



**Sandra Filipa Valente
dos Santos**

**Seis Sigma no contexto do Outsourcing dos
Processos Logísticos**



**Sandra Filipa Valente
dos Santos**

**Seis Sigma no contexto do Outsourcing dos
Processos Logísticos**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão, realizada sob a orientação científica do Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãos pelo incansável apoio.

O júri

Presidente

Prof. Doutor Antonio Carrizo Moreira
professor auxiliar, Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Jorge Manuel Soares Juliao
professor auxiliar, Faculdade de Engenharia da Universidade Catolica Portuguesa

Prof. Doutor Luis Miguel Domingues Fernandes Ferreira
professor auxiliar, Universidade de Aveiro

Agradecimento, reconhecimento, simplicidade, verdade, são os princípios de base que seguidos por uma necessidade e quase obrigação, orientam a dedicação deste trecho a todos aqueles que de uma forma ou de outra, influenciaram no desenvolvimento de mais esta etapa académica.

Ao **Professor Doutor Luís Miguel Ferreira**, pela constante idoneidade para orientar, problematizar e apoiar, quer na construção deste trabalho, quer no meu percurso académico, mas sobretudo pela capacidade única de me transmitir e inculcar uma vontade permanente de superação própria. Obrigado!

agradecimentos

À **Marisa Abrantes, Cristina Jorge, Elsa Morgado, Liliana Silva e Carolina Mesquita**, pelo apoio ao longo destes meses de trabalho, pelas oportunidades que me deram de me desenvolver e crescer, pessoalmente e profissionalmente, transmitindo-me sempre as melhores aprendizagens, e ainda pelo sentido de amizade exemplar e integral, servindo-me como modelo enquanto pessoa e como profissional. Obrigado!

Aos **Colaboradores da Willy Betz, Pedro Azevedo, Celmo Silva, Cláudia Praça, Filipa Gladim, Leandro e ao Srº Florentino**, pelo apoio na recolha de dados e pela transmissão prática de conhecimentos. Obrigado!

Ao meu irmão, **João Santos**, por todo o apoio dado ao longo deste tempo, pela ajuda e dedicação e acima de tudo por ser, para mim, um exemplo e uma referência a nível pessoal e profissional. Obrigado!

Aos meus **Pais e irmão Miguel Ângelo**, pelo suporte educativo, por uma partilha de valores humanos baseados na humildade e luta diária pela continuidade. Acreditem que a nossa pobreza se revelou a maior riqueza que poderia ambicionar. Obrigado!

A todos os **amigos** que se encontraram privados da minha presença durante todo o meu percurso académico e que, de uma forma ou de outra, me proporcionaram o auxílio necessário para uma constante motivação e auto-satisfação. Obrigado!

palavras-chave

Outsourcing, Seis Sigma, DMAIC, Processos Logísticos

resumo

A metodologia Seis Sigma de melhoria de processos tem sido utilizada no setor industrial desde 1970. O projeto desenvolvido tinha como objectivo estudar o processo de cargas para o mercado internacional e reduzir a variabilidade do mesmo no armazém de produto acabado, sendo que este serviço é prestado em outsourcing por outra empresa. Foi aplicada a metodologia Seis Sigma e foram realizados estudos dos tempos de carga para o mercado espanhol, como teste piloto. O presente projeto permitiu o incremento de 1 nível sigma na eficiência do processo de carga proporcional à capacidade de resposta da empresa. Apesar de pequenas mudanças incrementais os projetos de melhoria de processos de carga podem gerar resultados positivos.

keywords

Outsourcing, Six Sigma, DMAIC, Logistic Processes

abstract

The Six Sigma methodology for process improvement has been used in the industrial sector since the 70's. The developed project aimed to explore the process of load for the international market and to reduce the variability, of the same, at the warehouse of finished products, with this service being provided in outsourcing by another enterprise. The Six Sigma methodology was implemented and studies of the load time for the Spanish market were carried out, as a pilot test. This project allowed the improvement of 1 stage in the Six Sigma project management of the load process, proportional to the responsiveness of the company. Despite the small incremental changes improvement of load processes can give origin to positive results.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Âmbito e objetivo	1
1.2. Estrutura do documento	1
2. Enquadramento Teórico	3
2.1. Outsourcing.....	3
2.1.1. Outsourcing de Processos Logísticos.....	4
2.1.2. Benefícios, Dificuldades e Desafios do Outsourcing.....	7
2.2. Metodologia Seis Sigma	9
2.2.1. Fatores críticos de sucesso	13
2.2.2. Estrutura da Equipa	15
2.2.3. Metodologia DMAIC	17
2.2.3.1. Definir (Define)	18
2.2.3.2. Medir (Measure)	20
2.2.3.3. Análise (Analyse)	20
2.2.3.4. Melhoria (Improve)	22
2.2.3.5. Controlo (Control)	22
2.3. Aplicações da metodologia Seis Sigma no setor industrial	23
2.3.1. Seis Sigma na Indústria de Fabricação.....	23
2.3.2. Seis Sigma na redução de resíduos de um processo de revestimento	25
2.3.3. Seis Sigma na redução de defeitos de um processo de moagem.....	27
2.3.4. Seis Sigma nos processos de Reabastecimento.....	29
2.3.5. Seis Sigma na redução de retrabalhos	30
2.3.6. Seis Sigma na melhoria do nível de serviço dos stocks	32
3. Abordagem da metodologia Seis Sigma no Outsourcing dos processos de expedição na Bosch Termotecnologia	35
3.1. Grupo Bosch	35
3.2. Bosch Termotecnologia	37
3.3. Departamento da Logística	38
3.4. Projeto Seis Sigma no Outsourcing dos processos de expedição	39
3.4.1. Caso de Estudo	40

3.4.1.1.	Definir (D)	45
3.4.1.2.	Medir (M)	48
3.4.1.3.	Analisar (A)	56
3.4.1.3.1.	Estatística Descritiva e Coeficiente de Variação	56
3.4.1.3.2.	Teste Kolmogorov-Smirnov – Teste à normalidade das variáveis	57
3.4.1.3.3.	Teste às variâncias e às médias das variáveis	57
3.4.1.3.4.	Boxplot de comparação do tempo de carga atual e tempo de carga sem documentação	59
3.4.1.3.5.	Resultados Alcançados	59
3.4.1.4.	Melhoria (M)	60
3.4.1.5.	Controlo (C).....	64
4.	Conclusão e Proposta de Melhorias Futuras	65
5.	Bibliografia.....	67

Índice de Figuras

Figura 1 – Constituição da Equipa Seis Sigma (Fonte: Adaptado de Marques 2011)	16
Figura 2 – Estrutura Diagrama SIPOC (Fonte: Adaptado de Marques, 2011).....	19
Figura 3 – Exemplo Diagrama de Ishikawa (Fonte: Adaptado de Thawani, 2004)	21
Figura 4 – Organigrama Departamento Logística	38
Figura 5 – Layout Armazém Willy Betz	41
Figura 6 – Carta de Controlo Espanha	46
Figura 7 - Gráfico de Gantt das Janelas Horárias (Cais 10 – Standard Camiões).....	47
Figura 8 – Fluxograma processos de expedição	49
Figura 9 – Diagrama SIPOC.....	50
Figura 10 – Diagrama de Ishikawa processos de expedição de Espanha.....	51
Figura 11 – Aplicação WinMenu (Processos de Expedição)	61
Figura 12 – Síntese do Processo de Carga anterior	61
Figura 13 – Síntese do Processo de Carga proposto.....	62
Figura 14 – Proposta de alteração da aplicação do WinMenu (Processo de Expedição)....	62

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Critérios de avaliação de fornecedores para Outsourcing de funções Logísticas (Fonte: Razzaque and Sheng, 1998)	6
Tabela 2 – Tempo de carga standard	40
Tabela 3 – Standard de carga semanal.....	42
Tabela 4 – Balanço entre NCR e NCI	42
Tabela 5 - Número de cargas mensais com tempo standard janeiro – agosto 2011	43
Tabela 6 – Análise dos Coeficientes de Variação	44
Tabela 7 - Tabela para a matriz impacto – esforço.....	52
Tabela 8 - Estatística descritiva das variáveis de caracterização da carga	56
Tabela 9 - Teste à normalidade das variáveis.....	57
Tabela 10 – Resultados estatísticos dos testes às variâncias e médias das variáveis no turno da manhã e da tarde	58
Tabela 11 – Cálculo do nível sigma do teste	60

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Gráfico Seis Sigma (Fonte: Adaptado de Marques, 2011).....	11
Gráfico 2 – Balanço entre as cargas realizadas e as cargas com incumprimento do tempo standard de janeiro – agosto 2011	43
Gráfico 3 – Número de cargas por destino de janeiro – agosto 2011.....	44
Gráfico 4 - Matriz impacto - esforço	53
Gráfico 5 - Boxplot de comparação do tempo de carga atual com o tempo de carga sem documentação	59

Abreviaturas

KPI – *Key Performance Indicator*

SIPOC – *Supplier, Input, Process, Output, Customer*

DMAIC – *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*

DPMO – Defeitos por milhão de oportunidades

CTQ – *Critical to Quality*

B2B – *Bussiness – to – Bussiness*

LOG - Logística

1. Introdução

1.1. Âmbito e objetivo

Este trabalho foi efetuado na disciplina de Estágio/Tese/Dissertação do Mestrado em Gestão da Universidade de Aveiro, tendo sido realizado na Bosch Termotecnologia, S.A. situada em Cacia. Esta empresa especializa-se na produção de equipamentos de água quente, nomeadamente, Esquentadores, Solares e Caldeiras.

O trabalho centra-se num estudo realizado no armazém de produto acabado, do qual a empresa realizou Outsourcing, tendo por objetivo a análise do processo de expedição para o mercado internacional, com vista à melhoria da eficiência deste processo, tendo por base a aplicação da metodologia Seis Sigma.

1.2. Estrutura do documento

Este trabalho encontra-se dividido em 4 capítulos. O primeiro capítulo faz referência ao âmbito e objetivo do trabalho.

No capítulo 2, é realizada uma revisão de literatura focando dois grandes temas, o Outsourcing e o Seis Sigma. Inicialmente é apresentado um estudo sobre o Outsourcing, focando posteriormente o Outsourcing dos Processos Logísticos e para terminar a análise deste tema é apresentada uma abordagem aos benefícios, dificuldades e desafios do Outsourcing. Posteriormente, é exibida uma revisão de literatura sobre a metodologia Seis Sigma, explanando os fatores críticos de sucesso, a estrutura da equipa e a análise da metodologia DMAIC. Para terminar este capítulo são apresentados alguns casos de estudo de empresas que aplicaram a metodologia Seis Sigma nas suas atividades, mostrando os resultados obtidos no final de cada projeto.

No terceiro capítulo, é apresentado um caso de estudo realizado na Bosch Termotecnologia, no departamento da Logística, demonstrando a aplicabilidade da metodologia Seis Sigma no outsourcing dos processos de expedição.

No último capítulo, são expostas algumas conclusões sobre a revisão de literatura apresentada, sobre o projeto desenvolvido na empresa e resultados obtidos.

2. Enquadramento Teórico

2.1. Outsourcing

A globalização da economia mundial exige uma preocupação com a rentabilidade das empresas, sendo que, cada vez mais, as empresas optam por realizar o outsourcing de algumas das suas atividades para fornecedores que sejam mais especializados (Aktas et al., 2011). Desta forma aumentam a eficiência das suas atividades internas (Gadde and Hulthén, 2009) e contribuem para os lucros, permitindo aos seus utilizadores obter vantagem competitiva (Razzaque and Sheng, 1998).

Na tomada de decisão de fazer outsourcing ou não de uma atividade os gestores devem ter em conta critérios como o retorno do investimento, fator de risco, objetivos corporativos, pontos fortes e estratégicos, preocupações sociais, políticas e ambientais, o sigilo e acima de tudo as condições de mercado (Razzaque and Sheng, 1998).

São diversas as razões dos gestores para optarem pelo outsourcing de algumas atividades que inicialmente eram realizadas pela empresa, nomeadamente, a procura de melhorias na produtividade, necessidade de mover o seu inventário de forma mais rápida, reestruturação, a crescente procura dos clientes pelos seus produtos, expansão para outros mercados, criação de novas linhas de produção, redução de custo e essencialmente, reorientar os recursos para as competências essenciais e que lhes acrescentam valor (Razzaque and Sheng, 1998). Estas razões são derivadas da intensa competição no mercado e do facto de as organizações serem forçadas a reavaliar e redirecionar os recursos escassos (Kremic et al., 2006).

No entanto, dependendo do setor, as razões podem variar. Aktas et al. (2011), realizaram um estudo sobre as razões do outsourcing e o que motiva os gestores dessas empresas a optarem por este modelo de negócio. Nesse estudo mostram que no setor automóvel os gestores optam pelo outsourcing com o objetivo de melhorar o serviço ao cliente e diminuir os custos logísticos. No setor dos produtos químicos, a principal razão para o outsourcing é o cumprimento das encomendas e gestão eficaz do stock. Já no setor da eletrónica, o objetivo é conseguir prestar um melhor serviço ao cliente e ter acesso a mercados mais amplos. Por fim, no setor das máquinas, produtos farmacêuticos e têxtil, a razão principal é a diminuição dos custos logísticos.

Kremic et al. (2006) destacam que a flexibilidade é outra causa do outsourcing. As organizações precisam de reagir mais rapidamente às necessidades dos clientes e o outsourcing é visto como um meio para o fazer. O outsourcing é visto como uma forma de reduzir o risco a que a organização está exposta, partilhando-o com os fornecedores.

O outsourcing é uma prática comum entre as organizações públicas e privadas, sendo um elemento importante na estratégia de negócios atualmente (Kremic et al., 2006).

Num esforço de estabelecer uma relação de negócio sustentável, são vários os fatores que devem ser considerados para que haja um bom desempenho no acordo de outsourcing entre as partes envolvidas. Para isso a questão principal é selecionar o fornecedor adequado e definir o âmbito do acordo de outsourcing. A relação entre fornecedor e cliente é um fator relevante, sendo que este deve ser continuamente monitorizado e eventualmente modificado (Gadde and Hulthén, 2009). O fornecedor deve desenvolver as competências necessárias para que obtenha um desempenho do negócio aceitável (Aktas et al., 2011).

Aktas et al. (2011), concluiu que a transferência de uma atividade para um fornecedor terá impacto sobre outras atividades, afetando as interdependências na rede.

Por forma a explicar o outsourcing aplicado aos processos logísticos, visto ser este o foco do trabalho, foi dedicado de seguida um subcapítulo a esta temática que nos mostrará quais as origens do outsourcing dos processos logísticos e o que é necessário para que este seja bem sucedido.

2.1.1. Outsourcing de Processos Logísticos

O Outsourcing de processos logísticos teve origem na década de 1980, como meio de melhorar a eficácia da cadeia de abastecimento. Este serviço inicialmente foi definido como o uso de empresas externas para realizar funções logísticas que tradicionalmente eram executadas dentro da organização (Gadde and Hulthén, 2009). O facto de as empresas possuírem prestadores de serviços logísticos, leva ao aumento da criação de valor para os clientes, tornando-as mais competitivas e rentáveis através da prestação de um serviço ao cliente, rápido e superior à concorrência (Razzaque and Sheng, 1998).

Para obter benefícios com a externalização dos serviços logísticos, as empresas devem primeiro analisar os vários tipos de funções que podem ser externalizadas, e

posteriormente, realizar uma avaliação das mesmas de forma a escolher as mais adequadas para iniciar o processo de outsourcing.

A armazenagem é a forma mais antiga de outsourcing na área logística. Numa fase posterior as áreas mais escolhidas para realização de outsourcing foram o marketing, o stock, a embalagem, o transporte, a distribuição, a importação, exportação e serviços de valor acrescentado (Tsai et al., 2012). No serviço de outsourcing, faz sentido estas áreas estarem agregadas, pois o nosso fornecedor do serviço tem um papel importante na determinação de onde as mercadorias são armazenadas, como são embaladas, tendo em conta o transporte e o modo como será realizado até chegar ao cliente final (Razzaque and Sheng, 1998).

Uma das condições básicas para um processo de outsourcing logístico ser bem sucedido é o envolvimento da gestão de topo e a participação de todas as unidades da empresa na tomada de decisão. Neste tipo de processo devem ser explícitas para ambas as partes o papel e responsabilidades de cada uma, bem como, as suas expectativas e necessidades (Razzaque and Sheng, 1998). Na verdade, se os segmentos de clientes variam, e as suas necessidades logísticas também, um fornecedor deve ter a capacidade de personalizar o seu serviço em função dos diferentes segmentos de clientes (Aktas et al., 2011).

De forma a escolher o fornecedor adequado, Razzaque and Sheng (1998), realizaram um listagem de critérios que o gestor da empresa deve analisar e avaliar antes do processo de seleção do fornecedor do serviço (Tabela 1).

Critérios de avaliação de fornecedores para Outsourcing de funções Logísticas

- 1 - Capacidade de fornecer dados de logística altamente detalhados antes, durante e após as transferências;
 - 2 – Histórico de acordos comerciais;
 - 3 - A experiência empresarial;
 - 4 - Capacidades / competências, por exemplo, capacidade para atender às necessidades da empresa, fornecer uma variedade de serviços, ampla cobertura geográfica e utilizar equipamentos especializados;
 - 5 - Compatibilidade de tecnologia
 - 6 - Estabilidade financeira;
 - 7 – Localização;
 - 8 - Estrutura de Gestão;
 - 9 - Oportunidades para desenvolver relacionamentos de longo prazo;
 - 10 – Preço;
 - 11 – Reputação;
 - 12 - Qualidade do serviço;
 - 13 – Velocidade;
 - 14 - Certificação do Fornecedor;
 - 15 - Serviços de suporte, por exemplo disponibilidade de bens e recursos humanos, informação e sistemas de comunicação;
-

Tabela 1 - Critérios de avaliação de fornecedores para Outsourcing de funções Logísticas
(Fonte: Razzaque and Sheng, 1998)

Aktas et al. (2011), realizaram um estudo por forma a perceber qual a área com maior índice de despesas logísticas: transporte, armazenagem em centros de distribuição e gestão de pedidos. Após conclusão do estudo, verificaram que os custos de transporte apresentam um acréscimo de 78% nos custos totais de uma organização, de seguida encontraram a armazenagem em centros de distribuição com um acréscimo de 24,7% e com um acréscimo de 20% os custos de gestão de pedidos.

Além dos custos apresentados anteriores, num processo de outsourcing de funções logísticas existem outros custos, nomeadamente, custo com o sistema de informação,

custos com recursos organizacionais e custos com a capacidade das pessoas para o planeamento (Gadde and Hulthén, 2009).

Para tomar uma decisão sobre a realização ou não, do outsourcing dos processos logísticos, é necessário fazer um balanceamento entre os benefícios e dificuldades que a empresa encontrará ao longo deste processo.

2.1.2. Benefícios, Dificuldades e Desafios do Outsourcing

São vários os autores que discutem os benefícios e dificuldades dos processos de outsourcing nos diversos ramos da indústria.

Focalizando nos benefícios, Aktas et al. (2011), defendem que o outsourcing permite que uma empresa para além de cortes nos custos, também se possam focar nas suas principais competências e desta forma acelerar os seus processos de inovação, prestar um melhor serviço ao cliente e obter vantagem competitiva. As interações entre a empresa e o seu fornecedor trazem vantagens para ambas as partes, pois o fornecedor ganha mais um cliente, aumentando dessa forma as suas receitas, e o cliente consegue obter um serviço personalizado e adaptado ao seu contexto.

Razzaque and Sheng (1998), referem que o outsourcing reduz o investimento de capital em instalações, equipamento, tecnologia de informação e mão de obra. Isto permite a flexibilidade da empresa, aumentando a capacidade de adaptação às mudanças do mercado. Ao externalizar a produção e transporte, há uma redução de stocks, uma melhoria da taxa de rotação dos stocks, resultando em tempos de trânsito menores e uma diminuição dos danos do material.

Outros benefícios que se encontram descritos na literatura, são a economia de custos indiretos, infraestruturas e sistemas de apoio que podem resultar numa organização mais ágil e eficiente. Incluem também a possibilidade de acesso a tecnologia mais recente, e capacidade de concentrar os recursos escassos no núcleo das funções (Kremic et al., 2006).

Em contraste com estes benefícios, alguns estudos indicam que o outsourcing pode levar à perda de controlo e flexibilidade, e potencialmente ao risco de divulgação do conhecimento da empresa ao seu fornecedor, podendo futuramente este se tornar concorrente. As diferenças de cultura e a má comunicação também são possíveis problemas que podem ser encontrados neste tipo de parcerias. Aktas et al. (2011),

identificaram sete categorias de problemas encontrados no outsourcing, nomeadamente, atrasos, erros, pobre troca de informações, qualidade, baixo desempenho, baixa qualidade dos serviços e insuficiência técnica. Os problemas de insuficiência técnica podem ser explicados pela falta de integração dos sistemas de informação entre os fornecedores dos serviços e os clientes. A falta de tecnologia avançada ligando fabricante, armazém e clientes, muitas vezes causa obstáculos à gestão logística (Razzaque and Sheng, 1998).

Segundo Gadde and Hulthén (2009), existem duas grandes dificuldades no outsourcing de funções logísticas: insuficiente análise dos potenciais efeitos do outsourcing e problemas na execução de adaptações nos contratos. Uma desvantagem que emana destas condições é a dificuldade de estimar os custos reais do outsourcing, levando à insatisfação com os resultados. Durante a fase de implementação, as empresas deparam-se com alguns problemas no relacionamento com os seus prestadores de serviço, devido ao fracasso das empresas na gestão dos prestadores de serviços e à falta de compreensão da outra parte. Além destes fatores, outros impulsionam o fracasso desta relação, nomeadamente, a partilha insuficiente de informação entre as partes envolvidas e a problemas posteriores num contexto de cooperação.

A perda do controlo, a incapacidade do fornecedor para responder às exigências de mudança e a sua falta de compreensão dos objetivos do cliente, são problemas do outsourcing mencionados por Razzaque and Sheng (1998).

Tsai et al. (2012), identificaram dois tipos de riscos no outsourcing, o risco de relação e o risco de desempenho. O risco de relação ocorre devido à possibilidade de falhas na relação. Estas falhas podem ocorrer por uma possível perceção de comportamentos oportunistas, falta de entendimento entre os parceiros devido à má comunicação, risco de conflitos, falta de aprendizagem de competências, perda de capacidades básicas e risco de invasão. Por outro lado, o risco de desempenho, surge devido a fatores que têm impacto no desempenho da aliança, como a intensificação da rivalidade, as mudanças nas regulamentações do governo, as flutuações da procura e a falta de competências das empresas parceiras.

Um processo de outsourcing pode falhar simplesmente por causa de uma inadequada definição de requisitos, falta de orientação no planeamento e acima de tudo por uma fraca relação do cliente com o fornecedor (Kremic et al., 2006).

De forma a suprir estas falhas, ou evitar que as mesmas ocorram é fundamental a existência de um controlo do desempenho do prestador de serviço. Para isso é necessário que as empresas optem por ter associado um sistema de medição de desempenho, com o objetivo de acompanhar os processos ou atividades, de forma a verificar se estes vão de encontro às necessidades e expectativas da organização (Razzolini, 2000). As medidas de controlo deverão acompanhar continuamente o desempenho do prestador de serviço e serem utilizadas para melhorar o processo, por forma a que este esteja sempre de acordo com os padrões de conformidade, que espelhe as mudanças necessárias, que permita o controlo de custos e o acompanhamento e melhoria do nível de serviço do prestador de serviços (Bowersox et al., 2002).

Com base neste sistema de avaliação do prestador de serviço, será possível verificar o aparecimento de desvios no nível de serviço e no caso de estes se verificarem, com a ajuda de algumas ferramentas e metodologias, investigar a causa do desvio, analisar a mesma e implementar ações de melhoria. A metodologia adequada para ajudar na resolução deste tipo de problemas é a aplicação da metodologia Seis Sigma. Esta metodologia através da execução rigorosa das fases associadas, permite identificar o problema, medir o desempenho atual da empresa prestadora de serviços, analisar o problema usando ferramentas como o diagrama de Ishikawa, histogramas, e outras ferramentas associadas à qualidade, propor melhorias e controlar as mesmas para que estas tenham o impacto desejado inicialmente.

2.2. Metodologia Seis Sigma

O ambiente empresarial é caracterizado pela velocidade, flexibilidade, adaptabilidade, precisão, facilidade de negócios, com produtos e serviços com elevado desempenho, como requisito mínimo. Para atender a este novo conjunto de necessidades do mercado, as organizações carecem de ferramentas, que lhes permitam manterem-se competitivas. A metodologia Seis Sigma é uma das estratégias e ferramentas que as organizações líderes começaram a usar para atingir a precisão e velocidade e, ao mesmo tempo reduzir custos e aumentar a satisfação do cliente e dos lucros (Thawani, 2004).

A metodologia Seis Sigma é uma filosofia de condução de comportamentos, tornando os valores de uma organização explícita no seu sistema de compensação e na sua estratégia de negócios (Caulcutt, 2001). Segundo Dedhia (2005), Chang and Wang (2008),

a metodologia Seis Sigma concentra-se na medição da qualidade do produto/ serviço, reduzindo a variabilidade, promovendo melhorias e reduzindo custos.

Moosa and Sajid (2010), vê o Seis Sigma como uma metodologia de melhoria na área da Gestão pela Qualidade Total, para satisfazer o cliente e atingir lucro, que vai para além da redução de defeitos, enfatizando a melhoria dos processos de negócios em geral.

Mais recentemente, a metodologia Seis Sigma é vista como uma estratégia de melhoria dos negócios, que tenta melhorar a eficácia e a eficiência de todas as operações que lidam com as necessidades e expectativas dos clientes (Johannsen et al., 2011), utilizando especialistas em melhorias, um método estruturado e métricas de desempenho com a finalidade de atingir objetivos estratégicos (Gutiérrez et al., 2011) .

Esta metodologia foi introduzida nos EUA pela Motorola (primeira empresa a ganhar o *Malcolm Baldrige National Quality Award* em 1988), no final de 1980, em indústrias transformadoras (Johannsen et al., 2011), sendo que esta ferramenta se tornou o foco dos CEOs e gestores da qualidade no final dos anos 1990, num momento de estagnação e crítica da ISO 9000 (Moosa and Sajid, 2010), sendo Mikel Harry considerado o “Pai” do seis sigma (Dedhia, 2005) com as suas raízes de ensinamentos em Juran e Deming (Thawani, 2004).

Bob Galvin, da Motorola e Jack Welch, da General Electric (GE) são bons exemplos de executivos, que adotaram uma abordagem de liderança com base nas metodologias Six Sigma, tornando esta uma política da empresa (Dedhia, 2005). A GE seguiu esta abordagem nos seus locais de fabricação e mais tarde iniciou nos seus departamentos financeiros, aplicando mais tarde em todos os seus processos e transações dentro da organização.

Outras empresas líderes como, a Allied Signal, Gillette, Controle Johnson, JP Morgan Chase, Johnson & Johnson, Bombardier, Kodak Eastman, ABB, Caterpillar, American Express e DuPont também adotaram esta metodologia e fazem uso da mesma atualmente, assim como a Sony (Japão), Samsung (Coreia), Toshiba (Japão) e Tata Consultancy Services (Índia) (Pisani et al., 2009), tendo estas empresas observado grandes economias em cada projeto de melhoria Seis Sigma (Gutiérrez et al., 2011).

A metodologia Seis Sigma passou dos EUA para a Europa e está gradualmente a recuperar o atraso em países como a Índia e Médio Oriente (Thawani, 2004).

Esta ferramenta deve ser praticada ao nível da gestão para lidar com problemas organizacionais complexos que necessitam de uma análise extensiva de dados, confirmação de resultados e validação dos benefícios a longo prazo (Moosa and Sajid, 2010).

O nível de qualidade sigma (σ) é usado em notação estatística para representar o desvio padrão numa população e oferece um indicador de quantas vezes os defeitos são prováveis ocorrer quando se utiliza um processo particular, sendo que um maior nível de qualidade sigma indica que o processo é menos suscetível de criar defeitos (Chang and Wang, 2008), (Kumar, 2008). Este nível de qualidade equivale a 3,4 partes por milhão (ppm) de taxa de defeitos, ou 3,4 defeitos por milhão de oportunidade que ocorrem (DPMO), ou ainda um produto 99,99966% livre de defeitos (Dedhia, 2005).

Os padrões de desempenho baseados na métrica DPMO são:

- Um processo 3 σ produz menos de 66810 DPMO;
- Um processo 4 σ produz menos de 6210 DPMO;
- Um processo 5 σ produz menos de 233 DPMO;
- Um processo 6 σ produz menos de 3,4 DPMO.

Moosa and Sajid (2010), defendem que os valores de DPMO são métricas úteis para comparar dois produtos diferentes e os seus processos (Gráfico 1).

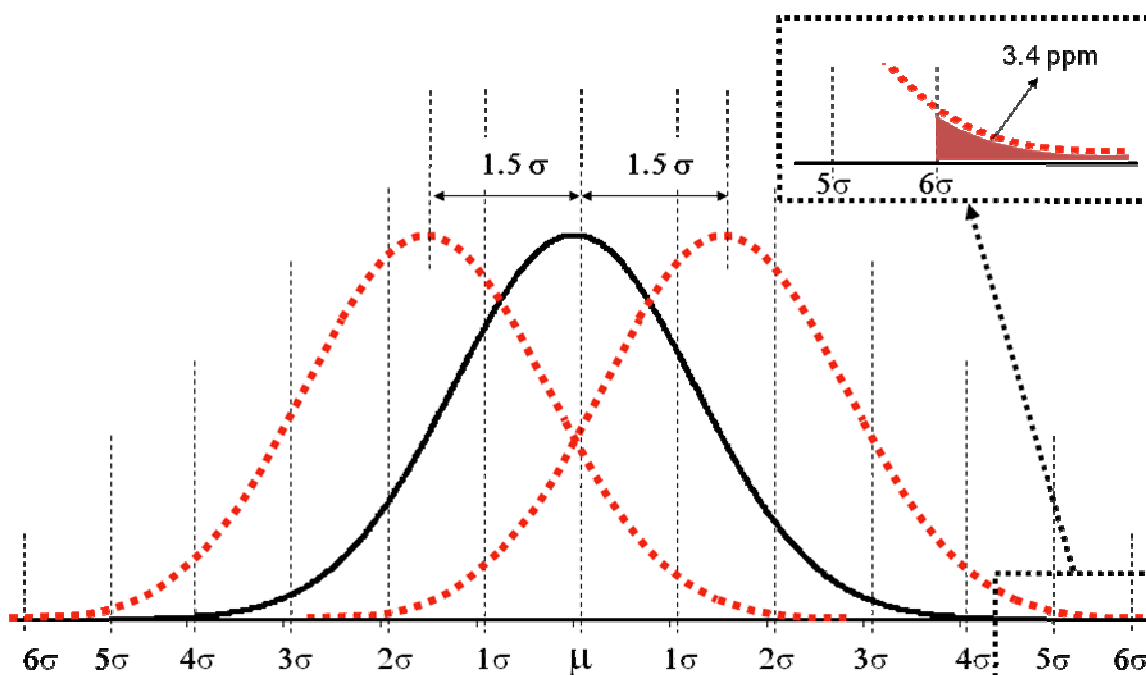


Gráfico 1 – Gráfico Seis Sigma (Fonte: Adaptado de Marques, 2011)

De acordo com Knowles et al., (2005), Cheng et al., (2011) e Johannsen et al., (2011), a metodologia seis sigma é realizada numa sequência de passos processuais, denominado por DMAIC, sendo que a primeira fase é o “*Define (D)*”, onde é definido os problemas e o projeto, foca-se na compreensão do processo a partir do ponto de vista dos clientes, fornecedores e operadores; a segunda fase é o “*Measure (M)*”, onde a equipa irá medir o seu desempenho real; a terceira fase é o “*Analyse (A)*”, onde serão analisadas as causas dos problemas, ou seja, analisa os contribuintes para o mau desempenho e variação; a quarta fase é o “*Improve (I)*”, sendo nesta fase propostas medidas preventivas, utilizando o output das fases anteriores para definir, testar e operacionalizar melhorias; e por fim a última fase é o “*Control (C)*”, onde é necessário estabelecer mecanismos de controlo para garantir a precisão e estabilidade alcançada.

No entanto seguir estas fases não basta, alguns autores (Moosa and Sajid, 2010) recentemente identificaram sete passos para implementar a metodologia Seis Sigma, tendo em conta as experiências de trabalho. O primeiro passo é: **Prever**, onde a gestão da organização mostra interesse na melhoria da qualidade. Este interesse é principalmente iniciado através de conferências, observações, estudos e formações, assumindo uma forma de visão para alcançar um maior nível de qualidade. O segundo passo é a **Estratégia**. Isto envolve a intenção de implementar a metodologia Seis Sigma e a decisão de iniciar o projeto. Para a realização do projeto é necessário planejar, identificar e criar recursos necessários, organizar o projeto e formar a equipa. O terceiro passo é **Desenvolver**, que inclui desenvolvimento das funções necessárias e estruturação do projeto e desenvolvimento dos processos seis sigma. Sendo que nesta fase devem ser identificados os papéis de cada membro da equipa. O quarto passo é a **Implementação**, sendo geralmente a fase de análise dos sucessos e fracasso da fase inicial, da má qualidade de formação, da deficiência de recursos e da incapacidade dos gestores de qualidade. Esta é a fase onde inicializa a identificação das causas dos problemas. O quinto passo é **Melhorar**, sendo que nesta fase existem dois requisitos: verificar as tendências de melhoria e verificar se o processo seis sigma funcionou de forma a alcançar os objetivos definidos. Caso este requisito não se tenha verificado, as políticas e procedimentos da empresa devem ser revistos e melhorados. Além disso, é nesta fase que é necessário haver uma expansão da metodologia Seis Sigma de forma a fortalecer o programa e obter melhorias no objetivo do projeto. O sexto passo é **Sustentar**, onde após a resolução dos problemas é preciso

estabilizar o programa, dar continuidade ao mesmo, mantendo uma forte liderança, interesse e motivação dos colaboradores. O sétimo passo é **Abandonar**, sendo que esta não é necessariamente a última fase, isto pode acontecer em qualquer fase anterior. Este abandono pode ser derivado de vários fatores, mas o mais comum é devido a questões sociais.

Todos os tipos de empresas estão a aderir à metodologia Seis Sigma, tanto na área da saúde, como na área de finanças, seguros, engenharia e marketing, conseguindo atingir grandes melhorias na produção, stocks e entregas (Thawani, 2004), ou seja, esta metodologia pode ser utilizada para realizar melhorias nos processos nos diferentes tipos de indústrias, tanto na fabricação como nos serviços (Pisani et al., 2009), tendo sempre em linha de consideração que os clientes requerem processos consistentes, confiáveis e previsíveis que oferecem o melhor nível de qualidade (Feng, 2008).

Independentemente da área em que o Seis Sigma é aplicado, tem-se verificado uma participação ativa e consistente de todos os colaboradores, uma aposta na inovação contínua e uma grande envolvimento da gestão de topo.

Quando implementada correcta e estrategicamente, esta metodologia ajuda as empresas a obter mais rendimentos, a eliminar o desperdícios e a variabilidade, a reduzir os gastos, a encontrar as causas dos erros e a produzir melhores resultados. Os padrões de desempenho são baseados em informações reais dos clientes, de modo a que a eficácia do processo possa ser medida e a satisfação do cliente possa ser prevista. Tais resultados promovem um ambiente de trabalho que estimula o desenvolvimento dos colaboradores, motiva-os e capacita-os (Dedhia, 2005).

2.2.1. Fatores críticos de sucesso

A metodologia Seis Sigma, sendo uma linha de abordagem para a melhoria da qualidade e performance tem imensos benefícios, sendo considerado um sistema abrangente e flexível para alcançar, sustentar e maximizar o sucesso empresarial. Esta metodologia tem em conta as necessidades dos clientes e o uso disciplinado de factos, dados e análises estatísticas (Knowles et al., 2005).

A maioria dos sucessos ou fracassos dos projetos Seis Sigma, em grande parte dependem dos sucessos ou fracassos da sua implementação, assim como, da priorização e seleção dos projetos (Dedhia, 2005). Estes são geralmente atribuídos a muitos aspetos

sociais, que são ignorados durante as fases da sua implementação, como a história, as competências das pessoas, liderança, estilo de gestão, cultura organizacional, nível de conhecimentos e competências dos colaboradores. Cada organização comporta-se de maneira diferente em circunstâncias diferentes (Moosa and Sajid, 2010).

Há dois elementos importantes para o sucesso dos projetos Seis Sigma, a capacidade e a oportunidade. A capacidade é assegurada selecionando funcionários de alto potencial e dando-lhes formação em estatística, resolução de problemas e habilidades interpessoais. A oportunidade é assegurada pela cultura da empresa, e pelo apoio incondicional dos *Black Belt* e da administração. A combinação destes dois elementos leva ao sucesso da organização, pois estes apoiam-se mutuamente (Caulcutt, 2001).

Para Knowles et al. (2005), os fatores críticos de sucesso nos projetos Seis Sigma, vão desde questões genéricas, como o compromisso da gestão de topo e adequação cultural, até questões específicas, como uma boa base de formação em ferramentas, e metodologia DMAIC. Estes autores defendem que a metodologia Seis Sigma deve começar e terminar com o cliente, e que cada projeto deve estar relacionado com a estratégia organizacional.

Já Dedhia (2005), relata que os benefícios da metodologia Seis Sigma vêm na forma de redução do tempo de ciclo, redução de custos, economia de recursos, aumento da produtividade, redução de defeitos, aumento dos lucros e economia de espaço. No entanto, para obter estes resultados é essencial um suporte proativo forte, com a disponibilização dos recursos necessários por parte da gestão de topo; a aceitação e implementação da metodologia Seis Sigma por parte dos colaboradores; a articulação com todas as atividades inovadoras e de infraestruturas e a avaliação rigorosa e justa de todos os projetos Seis Sigma, com o reconhecimento e recompensa merecido.

Thawani (2004), defende que a metodologia seis sigma é uma metodologia versátil, que pode ser implementada estrategicamente com o objetivo de mudar a cultura da empresa para reduzir os defeitos na fabricação e nos processos. A metodologia Seis Sigma tem um foco nos resultados financeiros e na compreensão mais profunda e transparente dos processos dos negócios e operações. Esta metodologia está ligada às necessidades dos clientes, identificando as variáveis críticas para a qualidade, do ponto de vista do cliente, assim como destaca a importância do envolvimento da gestão de topo.

O trabalho em equipa é um dos pilares da metodologia Seis Sigma, distinguindo-se pela criação de cargos especializados, equipas multi-funcionais com mecanismos de coordenação que facilitam o intercâmbio de conhecimentos entre unidades, criando necessidade de reconhecimento e fomentando o desejo coletivo de aprender e evoluir, orientando os esforços de aprendizagem e permitindo o desenvolvimento e melhor utilização do conhecimento existente na organização, assim como, o desenvolvimento da capacidade de absorção do conhecimento desta equipa. Estas equipas são construídas num clima empresarial aberto e de apoio, o que facilita a criatividade e a comunicação entre os membros da equipa (Gutiérrez et al., 2011).

Feng (2008), refere que ao identificar as causas e eliminar as variações e defeitos, a metodologia Seis sigma tem um impacto positivo em muitos recursos críticos para a qualidade, nomeadamente, a pontualidade, velocidades, custo e qualidade do produto. Estes benefícios resultam em maior satisfação do cliente, maior retorno do investimento e aumento da quota de mercado.

2.2.2. Estrutura da Equipa

A principal diferença entre as equipas de trabalho Seis Sigma e as equipas de trabalho de outras iniciativas de gestão da qualidade é que a equipa Seis Sigma cria cargos especializados, para executar os projetos, em vez de sobrecarregar os gestores de topo das organizações (Gutiérrez et al., 2011). Para isso esta equipa é caracterizada pela sua estrutura forte e alinhada para os objetivos organizacionais são fundamentais numa abordagem Seis Sigma. A equipa é constituída por “Gestores de Topo”, “*Champions*”, que são os líderes do projeto, sendo estes apoiados por uma equipa de especialistas constituída por: “*Black belts*” e “*Master Black Belts*”, que à posteriori dão apoio aos “*Green Belts*” (Figura 2).

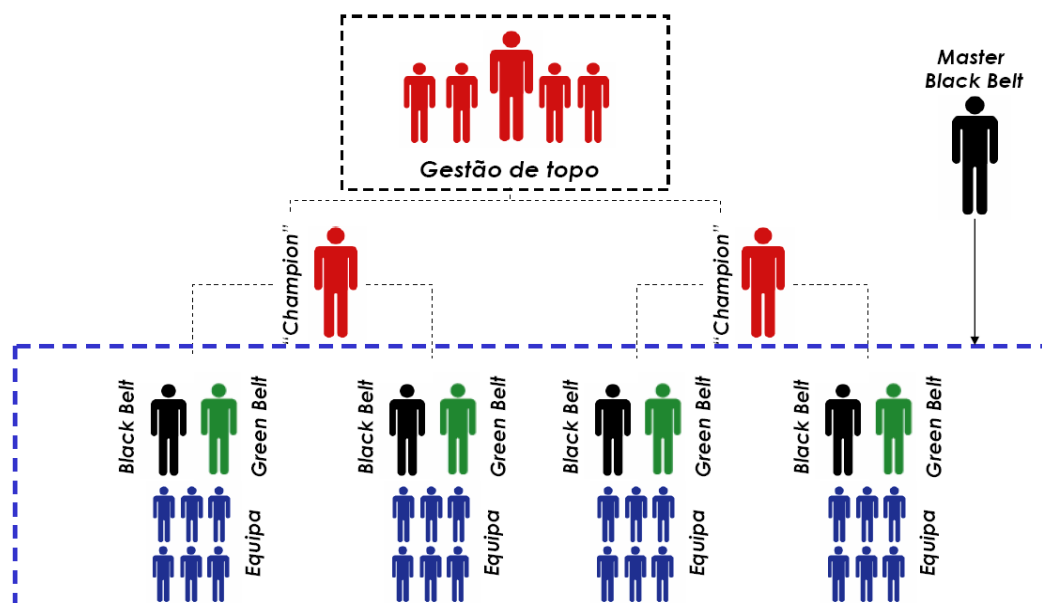


Figura 1 – Constituição da Equipe Seis Sigma (Fonte: Adaptado de Marques 2011)

Os Gestores de topo têm a visão e tomam decisões estratégicas na empresa, sendo responsáveis por estabelecer papéis e estruturar os projetos Seis Sigma (Gutiérrez et al., 2011).

Os *Champions* têm um papel importante a nível operacional e a nível estratégico nos projetos Seis Sigma, sendo que são responsáveis por garantir que os projetos a nível operacional estão alinhados com os objetivos de negócios a nível estratégico (Feng, 2008). Estes têm como responsabilidade selecionar os projetos, identificar candidatos a *Black Belt* e *Green Belt*, definir metas de melhoria, fornecer recursos, rever os projetos de forma regular e removem quaisquer obstáculos que surjam para o sucesso do programa (Thawani, 2004), (Gutiérrez et al., 2011)

Os *Black belts* geralmente trabalham em tempo integral em projetos a nível do processo para resolver problemas críticos e alcançar os resultados finais desejados, estando formados ao nível da estatística aplicada utilizada para reunir e analisar dados num projeto Seis Sigma (Moosa and Sajid, 2010). Além disso, têm como papel transmitir novas estratégias e dar formação, workshops, estudos de caso e simpósios de forma a encontrar oportunidades de aplicação de estratégias inovadoras tanto a nível interno, como a nível externo. Esta formação tem a duração de quatro semanas, podendo consistir em dois cursos de duas semanas, ou um curso de quatro semanas, sendo que só são qualificados quando concluírem a formação de uma forma bem sucedida (Caulcutt, 2001).

Enquanto que os *Master Black Belts* têm como função a ligação da gestão de topo ao principal responsável do projeto de melhoria (Gutiérrez et al., 2011), apoiam na formação, orientação e especialização aos *Black Belts* (Knowles et al., 2005), proporcionando a estes conhecimentos técnicos, assim como prestam assistência estratégica e operacional ao projeto (Thawani, 2004).

Além destes três elementos, a equipa é constituída pelos *Green Belts*, que são colaboradores treinados pelos *Black Belts* e/ou pelos *Master Black Belt* (Feng, 2008), que dão apoio à equipa interna (Thawani, 2004), dedicando-se ao projeto em tempo parcial (Gutiérrez et al., 2011). Estes são formados em resolução de problemas e em ferramentas básicas de estatística (Moosa and Sajid, 2010), durante duas semanas, num período de dois meses (Dedhia, 2005). À medida que os projetos estiverem concluídos, os *Green Belts* trazem a sua experiência em Seis Sigma para o seu trabalho regular, começando a incluir esta metodologia nas suas atividades diárias, sendo que no longo prazo perspetiva-se que sejam estes membros que mudem a cultura de uma organização (Feng, 2008).

Quando a organização se depara com um problema, os *Champions* solicitam aos *Black Belts* que formem uma equipa constituída por elementos dos departamentos a que o problema abrange, sendo essas pessoas *Green Belts*. Desta forma, os problemas são resolvidos pelos proprietários dos processos, que tiveram formação em ferramentas estatísticas e na metodologia DMAIC, sob orientação de um *Black Belts*, que teve formação avançada em ferramentas estatísticas necessárias à realização de testes estatísticos e experiências (Moosa and Sajid, 2010).

2.2.3. Metodologia DMAIC

A metodologia DMAIC impulsiona o entendimento das necessidades dos clientes, baseando-se em factos, dados e análises estatísticas. Esta é a linha orientadora dos projetos Seis Sigma, sendo que a equipa destes projetos tem de seguir à risca cada fase desta metodologia por forma a alcançar resultados fiáveis e fidedignos e que vão de encontro aos objetivos definidos no início do projeto.

DMAIC, significa respetivamente, *Define, Measure, Analyse, Improve e Control*. Na fase “*Define*”, é realizada a identificação, avaliação e seleção dos projetos de melhoria, assim como a equipa que irá desenvolver o projeto. Na fase *Measure*, são recolhidos os dados que espelham a situação atual da empresa e espelham quais os fatores que são

críticos para a qualidade, enquanto que na fase *Analyse* é realizada uma análise a esses dados, isolando a informação chave que é importante para explicar os defeitos identificados. Na quarta fase desta metodologia, *Improve*, são implementadas ações de melhoria, que reduzam a variabilidade dos processos e que otimizem o mesmo. Na última fase, o *Control*, é a fase onde é realizada o acompanhamento do projeto, depois de este estar estabilizado, para assegurar que a melhoria é sustentável e que o problema não ocorrerá novamente (Thawani, 2004).

Feng (2008), acrescenta mais uma fase á metodologia DMAIC, o T, transferência de tecnologia, onde considera que após a fase de controlo a empresa deve analisar onde pode aplicar a experiência que acabou de adquirir, de que forma é que poderá dar uso às suas aprendizagens anteriormente. Nesta fase os conhecimentos desenvolvidos num departamento da organização podem ser transferidos para outro departamento dentro da organização. Esta transferência de tecnologia pode ser implementada através da criação de um banco de dados, de projetos concluídos e projetos em desenvolvimento, partilhada com toda a organização através da intranet, começando desta forma a conceber retornos para a organização.

2.2.3.1. Definir (Define)

Nesta fase o problema tem de ser definido de forma clara e explícita pelos *Champions* e/ou *Master Black Belts* (Feng, 2008), sendo este um passo importante para a seleção e hierarquização dos projetos. Alguns dos critérios usados na seleção desses projetos são: DPMO, redução de custos líquidos, custos de má qualidade, tempo de ciclo, satisfação do cliente, capacidade e desempenho interno (Kumar, 2008).

O problema bem identificado e bem definido é o fator fundamental para o sucesso do projeto e para obter as melhorias desejadas (Dedhia, 2005). É neste módulo que são definidas as atividades fundamentais e os processos-chave (Chang and Wang, 2008).

Johannsen, et al. (2011), enunciam que no “*Define*”, o primeiro passo é definir o projeto, visualizar e o modelar o processo em questão, analisar e identificar o foco do consumidor, ouvir a voz do cliente e descrever quais os seus requisitos. De seguida é necessário identificar os fatores críticos para a qualidade, identificar os *Stakeholders* internos e os seus requisitos e por fim, determinar as responsabilidades, atribuir os recursos

a cada atividade e documentar o projeto, através do *Project Chart* (Johannsen et al., 2011), incluindo o foco do projeto, as expectativas, os recursos e metas (Feng, 2008).

O Diagrama SIPOC (*Supplier Input Process Output Customer*) é uma ferramenta gráfica que serve para identificar todos os elementos relevantes do processo de negócio e mapear o fluxo do processo antes de iniciar o projeto Seis Sigma (Figura 3). São definidos quem são os fornecedores, ou seja, quem produz ou fornece os produtos ou serviços, seja ele interno ou externo. De seguida, são definidos os *Inputs*, ou seja, qual o material, recursos e dados necessários para executar o processo. Posteriormente, define-se o processo, o conjunto de atividades que são constituídas por um ou vários tipos de inputs que criam valor para o cliente. Os outputs são os próximos a serem definidos, sendo estes os produtos tangíveis ou serviços que resultam do processo, e por fim é definido quem é o cliente, quem recebe os outputs dos processos, seja cliente interno ou externo.

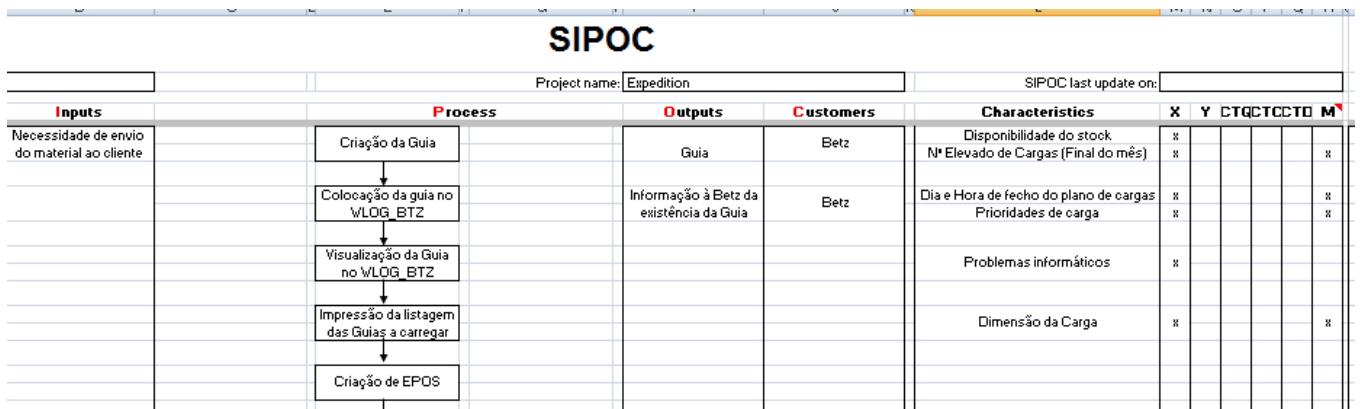


Figura 2 – Estrutura Diagrama SIPOC (Fonte: Adaptado de Marques, 2011)

Esta fase só se dá por terminada quando os objetivos específicos estão esclarecidos, todos os participantes do projeto são selecionados, as tarefas são atribuídas (Johannsen et al., 2011) e estes estão comprometidos em prol do sucesso do projeto (Chang and Wang, 2008).

2.2.3.2. Medir (Measure)

A fase *Measure* tem um papel vital no projeto, pois sem medição não pode haver a fase seguinte de controlo (Dedhia, 2005). Nesta fase mede-se a capacidade do processo, os defeitos do processo e realiza-se a quantificação dos mesmos (Chang and Wang, 2008), estabelecendo-se o desempenho atual do processo e definindo-se metas de melhoria (Kumar, 2008).

Johannsen et al. (2011), referencia que nesta fase são determinadas medidas que mostram o desempenho efetivo do processo com base em KPI (*Key Performance Indicators*), é realizada uma análise e desenho do sistema de medição, é efetuada uma organização e recolha de dados e por fim, é efetuada a análise do desempenho do processo. Os KPI são medidas de acompanhamento do progresso do processo, numa perspetiva de melhoria contínua, sendo que, estes indicadores devem ser desenvolvidos tendo em conta as expectativas e a perceção que o cliente tem do serviço, desempenhando um papel importante nomeadamente, quando o desvio do valor-alvo é visto como um defeito.

Feng (2008), indica que nesta fase o desempenho das características críticas para a qualidade é avaliado e comparado com os requisitos do cliente. As lacunas são identificadas e as oportunidades alcançáveis são avaliadas. De seguida é necessário desenvolver um plano de recolha de dados, que reúne dados históricos ao longo de um período de tempo, validando à posteriori, o sistema de medição para avaliar a captação das variações de amostragem, operadores, equipamentos e condições ambientais.

2.2.3.3. Análise (Analyse)

Nesta fase analisa-se quando e onde ocorrem os defeitos, aplicando métodos estatísticos de forma a verificar a causa dos problemas (Chang and Wang, 2008) e os fatores que influenciam a performance do processo (Johannsen et al., 2011) e a encontrar soluções claramente definidas (Dedhia, 2005). É nesta fase que são analisados os dados recolhidos na fase anterior, sendo usados para reformular ou modificar o processo para resolver o problema organizacional (Pisani et al., 2009).

A estatística pode ser descritiva ou inferencial, sendo que a estatística descritiva é utilizada para resumir e caracterizar os dados, fornecendo medidas quantitativas, tais como média e desvio padrão, dos dados da amostra. Esta análise fornece informações sobre o

produto ou processo que podem ser utilizadas quando se procede a avaliações por parte da gestão, tais como, resumo das principais medidas de especificações do produto, descrição do desempenho do processo e caracterização do tempo de entrega ou da taxa de resposta. Geralmente, inclui a média, moda, mediana, variância, desvio padrão, índices de capacidade do processo e diversos gráficos de controlo (Moosa and Sajid, 2010).

Por outro lado, a estatística inferencial estuda a amostra, interpreta os dados e explora as relações, especialmente, as relações causais, seguido da sua validação. Esta é o tipo de estatística utilizada na metodologia Seis Sigma, sendo que as técnicas mais utilizadas são as técnicas de amostragem, probabilidades, testes de hipóteses, análise de variâncias, correlação, análise de regressão e planeamento de experiências de teste (Moosa and Sajid, 2010).

Thawani (2004), realizou um estudo onde mostra que para além destas técnicas existem outras ferramentas que ajudam a desenvolver a análise dos dados, e a identificar as causas potenciais do problema, como por exemplo o Diagrama de Ishikawa (Figura 3).

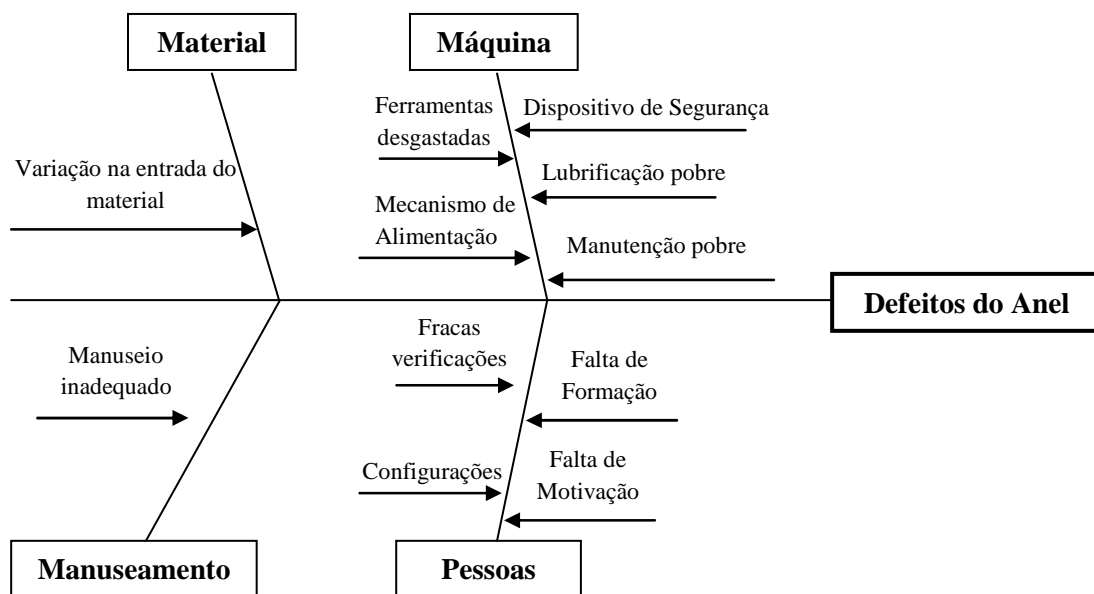


Figura 3 – Exemplo Diagrama de Ishikawa (Fonte: Adaptado de Thawani, 2004)

O diagrama de causa e efeito (Diagrama de Espinha de Peixe) é uma ferramenta gráfica de brainstorming que ajuda a explorar as potenciais causas e ajuda a isolar os potenciais fatores de informação. O passo essencial para o desenvolver é definir

claramente o efeito ou problema analisado (Y), para quais as possíveis causas (Xs) devem ser identificadas (Tong et al., 2004).

2.2.3.4. Melhoria (Improve)

A melhoria é a quarta fase do DMAIC, da metodologia Seis Sigma, onde é selecionada a melhor solução alternativa, com base em informações da fase anterior, de forma a remover a causa de um problema e a alcançar o resultado desejado. Estas melhorias podem ter origem em equipamentos mais eficientes, em novos processos, numa melhor formação de cada colaborador, sendo que estas podem ser consideradas ações corretivas ou preventivas (Dedhia, 2005).

Johannsen et al. (2011), dá ênfase a três aspetos importantes na fase de melhoria nomeadamente, a necessidade do desenvolvimento de novas abordagens que se espelhem em soluções, priorização das soluções propostas e implementação de novos planos. Estes planos retratam o novo processo ou as etapas do processo, indicam as novas medições e especificações associadas, assim como as novas medidas postas em prática.

O foco principal nesta fase é implementar a solução para o problema identificado durante a etapa “*Define*”, sendo que várias técnicas de otimização são utilizadas para resolver o problema identificado de forma otimizada (Kumar, 2008).

2.2.3.5. Controlo (Control)

Depois de determinar como corrigir o processo, o objetivo é obter melhorias para que o processo seja sustentável. A fase de controlo, que é a última fase do DMAIC, é criada para assegurar uma melhoria sustentável, sendo que os passos de melhoria são padronizados, por forma a manter o processo estável (Chang and Wang, 2008), sendo realizado um acompanhamento aos processos dos quais foram reduzidas a variabilidade (Dedhia, 2005).

Nesta fase são confirmadas as causa-raiz e a respetiva melhoria do nível sigma, é criada ou alterada a documentação para controlo do processo. Posteriormente, e numa fase final, documenta-se o projeto, retiram-se as “*Lessons Learned*” e por fim transferem-se as responsabilidades (Johannsen et al., 2011).

É necessário garantir que o problema não ocorrerá novamente, sendo que é nesta fase que os processos de produção de produtos ou serviços são controlados e monitorizados continuamente (Tong et al., 2004).

2.3. Aplicações da metodologia Seis Sigma no setor industrial

Este capítulo tem como intuito mostrar a aplicação da metodologia Seis Sigma em várias áreas na logística, nomeadamente nos processos de fabricação, na redução de resíduos, na redução de defeitos, nos processos de reabastecimento e na melhoria do nível de serviço de stock, para verificarmos a forma de aplicabilidade da mesma em diversas áreas e os resultados alcançados no final de cada projeto.

2.3.1. Seis Sigma na Indústria de Fabricação

Kumar and Sosnoski (2009), apresentou um caso de estudo da empresa *Wilson Tools*, uma empresa de ferramentas para a indústria de fabricação, orientada para a melhoria contínua. Este caso de estudo explana a aplicação da metodologia seis sigma, de forma a diminuir os erros de qualidade dos seus equipamentos.

Os gestores desta empresa, utilizaram rigorosamente todos os passos da metodologia DMAIC: definir, medir, analisar, melhorar e controlar.

Em primeiro lugar começaram por definir a área de foco para o projeto: peças deformadas. Esta não era a maior fonte de problemas de qualidade para a empresa, mas era um problema que existia há alguns anos, sendo que os gestores da empresa pretendiam diminuir este problema, ou preferencialmente, eliminá-lo.

Os benefícios esperados com este projeto eram as economias em dinheiro, assim como a economia devido à redução de peças que iam para a sucata, aumentar a qualidade do produto e em grande foco, diminuir os custos de produção, a fim de aumentar os lucros da empresa.

Na fase seguinte, “*Measure*”, a empresa usou a estatística descritiva para verificar o processo atual, baseando-se numa amostra de 100 medições, calculando desta forma a média e o desvio-padrão do processo, sendo que estas estatísticas mostraram que o processo atual produz uma grande quantidade de deformações nas peças. De seguida realizaram uma análise da capacidade do processo, concluindo que este estava fora de controlo, tendo vários pontos acima do limite superior de controlo.

Após esta etapa, passaram para a fase analisar, sendo que inicialmente, e de forma a perceber onde estava a origem dos erros, a equipa do projeto realizou um mapa detalhado do processo e um diagrama de Ishikawa. Neste diagrama a equipa conseguiu estreitar o foco do projeto, sendo que decidiram se focalizar apenas no processo de tratamento

térmico, assim como foi utilizado para identificar as possíveis causas da deformação das peças durante o processo do tratamento térmico.

A fase seguinte, foi a fase de melhoria, sendo que adotaram um método experimental, realizando vários testes, comparando á posteriori os resultados, sendo que o teste mostrou que durante o processo, o facto de pendurar as peças produzidas, leva a uma menor quantidade de deformações assim como à diminuição da variação do processo. Visto que este novo processo resultou, a equipa de trabalho decidiu continuar a refinar o conceito de suspensão.

Por fim, na fase de controlo, a equipa utilizou novamente o controlo estatístico do processo, verificando que apesar de o processo estar melhor, ainda existiam alguns pontos fora de controlo devido á flacidez das luminárias durante o tratamento térmico. Posto isto, adotaram o novo tratamento, fizeram um novo teste, uma nova recolha de dados e determinaram que o processo se encontrava estável, e que o processo já se encontrava dentro de controlo.

Este novo tratamento teve diversos benefícios, nomeadamente, o facto da redução de sucata associada às peças deformadas, aumento da qualidade do produto, maior satisfação dos clientes com os produtos adquiridos. Isto levou à diminuição dos custos, e desta forma a empresa *Wilson Tools* conseguiu atingir as suas metas de lucros, evitar o aumento de preços, manter a sua quota no mercado e garantir empregabilidade a todos os seus colaboradores.

Em resumo, este projeto demonstrou o poder do DMAIC para resolver problemas que pareciam insolúveis para os gestores da empresa, pois já há demasiado tempo que tinham peças deformadas e com a utilização desta metodologia a solução foi identificada, testada e pronta para aplicação em pouco tempo.

Os autores deste caso (Kumar and Sosnoski, 2009) de estudo concluíram que o Seis Sigma é uma metodologia de melhoria excelente em indústrias de fabricação.

2.3.2. Seis Sigma na redução de resíduos de um processo de revestimento

Banuelas et al., (2005), apresentaram um caso de estudo ilustrando o uso eficaz do Seis Sigma na redução de resíduos de um processo de revestimento. O objetivo principal deste estudo traduziu-se na utilização da metodologia DMAIC para reduzir os resíduos de um processo de revestimento com filme.

Numa primeira abordagem, os gestores da empresa formaram a equipa Seis Sigma, sendo esta constituída por um *Black Belts*, três *Green Belts*, com foco para descobrir o que estava a impedir um das linhas de revestimento a alcançar o seu objetivos de negócio crítico que definiram como “Y”.

Para isso a equipa identificou o número de paragens de linha, na linha de revestimento de película e a quantidade de produto desperdiçada como os dois indicadores de desempenho mais importantes da linha. De seguida, enumeraram as potenciais causas que impedem a realização do objetivo, e o tempo de execução dos diferentes problemas que não permitem a continuidade da linha.

Após a identificação das várias áreas potenciais de melhoria, a equipa priorizou as mesmas, realizou uma matriz de causa e efeito e listou todos os projetos potenciais ou oportunidades que são suscetíveis de afetar os resultados do processo, tais como resíduos, qualidade e tempo de execução. O projeto selecionado para a primeira fase consistiu em identificar, quantificar e eliminar as fontes de variação que levam ao fracasso, devido às mudanças de fuso pela máquina de revestimento, tendo como objetivo final melhorar e sustentar o desempenho da máquina, com planos de controlo bem executados, e ao mesmo tempo, reduzir os custos de fabricação.

Segundo a metodologia DMAIC, para que uma empresa seja bem sucedida nos seus projetos tem de seguir com rigor todas as fases da mesma.

Na fase “Definir”, a equipa do projeto definiu o âmbito e limites do projeto, definiu os defeitos, realizou o “*Project Chart*” e estimou o impacto do projeto em termos monetários. No fim desta fase a equipa tinha identificado as necessidades estratégicas do negócio, as características dos clientes críticas para a qualidade e uma equipa formada e alinhada com o objetivo e benefícios do projeto.

Como passo seguinte, a equipa passou à fase de “Medir”, tendo esta como objetivo mapear o processo atual e estabelecer métricas que descrevam o projeto denominado por

“Y”, a fim de reduzir os problemas e seus principais fatores de causa. O mapeamento do processo foi realizado com o apoio de um diagrama POP (Procedimento Operacional Padrão), formato este que facilita a compreensão da operação da máquina de revestimento através da representação visual dos passos seguidos durante a operação. Tendo mapeado o processo, a equipa começou a analisar as causas e falhas potenciais, começando a fazer a descrição detalhada das mesmas, a fim de identificar a variável “X” que iriam medir.

Após a identificação da variável “X”, foi realizado um plano de recolha de dados, incluindo as definições operacionais dessa variável, as fontes de dados e as formas de recolha de dados. De seguida, foi validado o sistema de medição que garante a repetibilidade e reprodutibilidade e foi aferido o desempenho atual.

Os dados recolhidos nesta fase serviram como entrada para a fase seguinte, a fase de análise. Como resultados desta fase os membros da equipa adquiriram uma forte compreensão das variáveis chave do processo que tinha impacto no “Y” definido inicialmente, assim como, conhecimento das fontes de variação, ou seja, onde se encontrava o maior grau de variação.

Posto isto, a equipa passou para a fase de melhoria, tendo esta fase por objetivo considerar as causas encontradas na fase anterior e selecionar e segmentar soluções que eliminem essas causas. Este estudo ajudou a equipa a entender a relação entre fatores diferentes e concluir que o fator distância pode ser considerado com uma grande fonte de variação.

Tendo identificado as causas do problema e as possíveis soluções para reduzir a variação do processo, a equipa Seis Sigma passou à fase de controlo. Esta fase tem como âmbito implementar as medidas para sustentar e monitorizar as melhorias, documentar as mesmas e integrar este novo processo numa base diária.

No final desta fase, o processo melhorado foi institucionalizado e o seu desempenho foi monitorizado.

Os autores deste estudo, atribuíram o sucesso deste projeto aos seguintes fatores: envolvimento e compromisso da gestão de topo, seleção dos projetos e sua ligação com o objetivo do negócio, formação e trabalho em equipa e acompanhamento do mesmo (Banuelas et al., 2005).

2.3.3. Seis Sigma na redução de defeitos de um processo de moagem

Gijoa et al.,(2011), realizaram um estudo sobre a aplicação do Seis Sigma na redução de defeitos de um processo de moagem fina. A abordagem DMAIC foi seguida para resolver o problema encontrado e reduzir a variação do processo e melhorar o rendimento do processo e o tempo de entrega ao cliente.

Uma vez que o nível de rejeição de peças após o processo de moagem fina era muito elevado e este componente era muito crítico, era necessário uma inspeção a 100%. Nestas circunstâncias, este projeto tinha máxima prioridade para a gestão de topo, pois a resolução deste problemas tinha um impacto significativo na redução dos retrabalhos, e na melhoria da produtividade.

Por forma a iniciar este projeto, a gestão de topo selecionou a equipa responsável pelo projeto, sendo esta constituída por um *Black Belt*, que lidera uma equipa formada por um gestor de planeamento, um gestor de manutenção, um engenheiro de controlo da qualidade e um operador da máquina. Também puderam contar com um Champion e um Master Black Belt, que ajudaram os membros da equipa a entender claramente os objetivos do projeto, a sua duração, os recursos disponíveis, as responsabilidades dos membros da equipa, o escopo do projeto e os resultados esperados. Isto cria uma visão comum a todos os membros da equipa e uma linha orientadora para atingir o objetivo.

O objetivo deste projeto foi definido, como uma redução em 50% da rejeição de peças, o que deverá resultar numa economia de custos para a empresa em termos de retrabalhos e sucata.

Para inicializar o trabalho em campo, foi realizado um SIPOC para um melhor entendimento do processo. Através deste diagrama a equipa teve uma clareza do processo, dos seus Inputs e Outputs, dos seus fornecedores e dos seus clientes.

Desta forma, passaram à fase seguinte, medição. Nesta fase identificaram que as rejeições ocorrem devido aos diferentes tipos de defeitos. Estes defeitos criam uma superfície irregular no componente que poderia conduzir a fugas de combustível nas bombas.

Para a realização do estudo, selecionaram 100 componentes que forma classificados como bons e maus independentemente. De seguida, realizaram um plano de recolha de dados, realizaram a recolha e após a obtenção dos dados apresentaram os mesmos

graficamente, através de um diagrama de pareto, avaliando o nível sigma atual, concluindo que o mesmo era de aproximadamente de 2,47.

O passo seguinte foi a fase de analisar, sendo que a equipa após o mapeamento do processo começou a analisar as possíveis causas dos defeitos, através de um diagrama de Ishikawa realizado numa sessão de brainstorming com toda a equipa. Com base nestas causas preparam um plano de validação das causas, com o tipo de dados a ser recolhido e o tipo de análise possível para cada causa.

Para validar os parâmetros do processo, a equipa realizou um DOE (*Design of experiments*), sendo este uma técnica para compreensão da variabilidade, em que os fatores são sistematicamente e simultaneamente manipulados, enquanto a variabilidade das respostas eram estudadas, para determinar quais os fatores que tinham maior impacto.

De seguida passaram a fase “Melhorar” onde listaram as soluções para as causas relacionadas com os parâmetros do processo e realizaram uma análise de risco para identificar possíveis efeitos secundários negativos, das soluções durante a execução. Posteriormente, prepararam um plano de implementação para as soluções apresentadas, referindo as responsabilidades e datas previstas para conclusão de cada solução.

O verdadeiro desafio da implementação da metodologia Seis Sigma é a sustentabilidade dos resultados alcançados. A sustentabilidade dos resultados requer a padronização dos métodos de melhoria e a introdução de mecanismos de monitorização para os principais resultados alcançados. A padronização das soluções foi assegurada por afetar as alterações necessárias nos procedimentos do processo em parte do sistema de gestão da qualidade da organização. Os planos de qualidade e planos de controlo foram revistos de acordo com as soluções implementadas e emitidas pelos usuários correspondentes.

Os fatores críticos deste projeto foram adicionados à lista de verificação de auditoria interna para que as verificações possam ser realizadas durante as auditorias.

Além disto, foi introduzido um gráfico de controlo do processo, juntamente com o plano de reação, sendo que qualquer sinal de causa atribuível aparece no gráfico de controlo e o auditor da qualidade quando deparado com essa situação discute com o operador e é implementada uma ação imediata. Associada a esta ação foi dada formação às pessoas, que estão relacionadas com o processo, sobre os novos métodos de trabalho operacional de modo a que estas sejam capazes de controlar o processo de forma eficaz.

Como resultado deste projeto, a percentagem de rejeição das peças no processo de moagem passou de 16,6% para 1,19%. O correspondente nível sigma melhorou passando de 3,76 para 2,47. Estes resultados mostram uma melhoria significativa em ambos os indicadores (Gijoa et al., 2011).

2.3.4. Seis Sigma nos processos de Reabastecimento

Wei et al, (2010), apresentam um caso de estudo da empresa Amway em Taiwan, para explicar o uso da metodologia Seis Sigma na melhoria dos processos de reposição num Centro Logístico.

Na fase “*Define*” da metodologia, os gestores da empresa optaram por formar um equipa constituída por: “*Champions*”, “*Black Belt*”, “*Green Belt*”, dois operadores, dois representantes do centro logístico e um Engenheiro. Posteriormente, definiram os clientes do processo de reposição, ouviram as suas dificuldades e verificaram que o problema é que a taxa de escassez por vezes é muito elevada e que o sistema atual aplica as regras de reabastecimento para todos os itens, não fazendo a distinção entre os produtos e ignorando a variação nas vendas, consoante a época do mês.

A fase seguinte é a fase de “*Measure*”, sendo que a equipa do projeto identificou as variáveis Xs, ao longo do mapeamento do processo, através de um diagrama de Ishikawa, fazendo à posteriori uma análise modal de falhas e efeitos (AMFE) por forma a verificar o peso que cada falha tem no processo.

De seguida passaram à fase “*Analyze*”, onde a equipa aferiu que as principais causas dos inventários em excesso ou da escassez dos mesmos, deve-se ao facto da gestão não ter em conta as características das vendas dos diferentes produtos e a capacidade do centro logístico, na elaboração dos planos de reabastecimento. Perante esta situação, a equipa do projeto classificou os produtos com base nos seus volumes médios de vendas nos últimos três meses, dividindo os mesmos nas seguintes categorias:

- Produtos de Categoria A: itens gerais;
- Produtos de Categoria B: itens de baixa rotação;
- Produtos de Categoria C: novos produtos.

Numa fase de melhoria, a equipa implementou uma série de ações de melhoria, nomeadamente:

- Reposição dos produtos, baseada em regras diferentes para as categorias A, B e C;
- Análise do espaço disponível para stock no centro logístico;
- Definição do período de referência para o cálculo dos volumes a reabastecer;
- Redução da frequência do reabastecimento;
- Criação de um relatório de advertência de baixos stocks;
- Investigação sobre a tendência de venda de novos produtos.

Na última fase da metodologia, “*Control*”, foi realizado um plano de controlo que ajudou a assegurar as ações de melhoria do processo, sendo o mesmo institucionalizado.

Com este projeto a Amway obteve diversos benefícios, conseguindo que o seu centro logístico fosse reabastecido três vezes por semana, sendo que tiveram poupanças significativas na taxa anual de transporte e diminuindo também o número de transportes extra. Como resultado, a taxa de envios urgentes também diminuiu de 75% para 51% no espaço de três meses (Wei et al., 2010).

Em relação ao tempo médio gasto pelo planeador na concretização do plano de reposição, este diminuiu de 60 minutos para menos de 40 minutos, espelhando-lhe também uma diminuição nos erros de expedição.

No final do projeto, a equipa concluiu que o diálogo entre os clientes e a equipa, permitiu um melhor entendimento sobre as suas necessidades e um aumento na satisfação do mesmo. No entanto esta interação não basta, é necessário e fundamental o apoio da gestão de topo, para a implementação da metodologia Seis Sigma, para fornecer um compromisso de longo prazo e disponibilização dos recursos necessários.

2.3.5. Seis Sigma na redução de retrabalhos

Os autores Gijo and Scaria (2010), realizaram um estudo de caso que espelha a aplicação do Seis Sigma na redução dos retrabalhos e de peças rejeitadas, numa empresa de fabrico de automóveis. Com isto foi definido com variável Y, o diâmetro do orifício da dobradiça. Sendo que o problema encontrado, defeito no diâmetro da dobradiça, é muito

crítico para a gestão da empresa. Uma solução eficaz para este problema tem um impacto significativo na redução dos retrabalhos das peças e para melhorar a satisfação do cliente.

Para iniciar este projeto, foi desenvolvida uma minuta do projeto com todos os detalhes necessários do projeto, incluindo a composição da equipa e o cronograma do mesmo. Esta minuta serviu para que a equipa compreenda claramente o objetivo do projeto, a duração, os recursos, funções e responsabilidades de cada membro, assim como, os resultados esperados.

A equipa do projeto foi constituída por um “*Champion*”, um “*Black Belt*”, três “*Greens Belts*” e dois operadores do processo.

O objetivo do projeto consistiu numa melhoria do rendimento do processo e numa redução significativa na rejeição de peças e no retrabalho das mesmas.

De seguida foi realizado um SIPOC, associado ao mapeamento do processo, com o intuito de obter uma clara compreensão do mesmo, e um fornecimento do retrato dos passos necessários para obter o output do processo.

Com isto a equipa passo á fase seguinte, medição, sendo que iniciaram a mesma com um plano de recolha de dados, sendo este preparado com detalhes das características dos dados a serem recolhidos, incluindo o tamanho da amostra, a frequência de recolha dos dados e os fatores de estratificação. Posto isto, a equipa realizou um teste à normalidade dos dados e calculou o nível sigma atual verificando que este era de 2,67.

A fase seguinte é analisar, sendo realizada uma sessão de brainstorming com todos os membros da equipa para identificar as causas potenciais. Após a identificação das causas, foi realizado um diagrama de causa e efeito. Para validar as causas encontradas, identificou-se o tipo de dados possíveis a recolher para cada causa, sendo de seguida decidido o tipo de análise para cada causa. Posteriormente, foi realizada uma análise de regressão múltipla e uma DOE para otimizar os níveis de funcionamento dos parâmetros da máquina.

O passo seguinte foi passar à fase de melhoria, sendo que as soluções foram identificadas para cada causa identificada na fase anterior, foram implementadas e de seguida foi avaliado o risco envolvido na aplicação e os resultados foram observados. A análise de risco foi realizada para verificar os efeitos colaterais negativos das soluções propostas e executadas. A equipa concluiu que não existe nenhum risco associado com qualquer uma das soluções identificadas.

Após a análise, foi realizado um plano para implementação de todas as soluções, indicando a pessoa responsável e data prevista para a conclusão de cada solução.

De seguida, para comprovar os resultados, foi realizada nova recolha de dados e avaliação dos mesmos, verificando que o processo tinha atingido um nível de 6 sigma. Para visualizar esta melhoria, a equipa realizou um gráfico de pontos que compara o processo antes e depois do projeto, mostrando esta redução significativa na variação dimensional após o projeto.

Para manter os resultados, a equipa passou à fase de controlo, e visto que a empresa estava a implementar a ISO 9001:2008 sistema de gestão da qualidade (SGQ), as mudanças de processos foram documentados nos procedimentos do sistema de gestão da qualidade. As pessoas que trabalhavam com o processo receberam formação sobre os melhores métodos operacionais para que o seu nível de confiança no trabalho aumente.

Como um resultado deste estudo, o rendimento melhorou de 88% a 100%. Verificou-se também que o custo associado com os retrabalhos desceu drasticamente. Para incentivar as pessoas na organização para a utilização de metodologia Seis Sigma, a administração decidiu premiar adequadamente as equipas que obtiveram sucesso. Depois de observar o sucesso deste projeto, as pessoas ficaram mais confiantes na implementação da metodologia Seis Sigma para resolução de qualquer iniciativa de melhoria na organização (Gijo and Scaria, 2010).

2.3.6. Seis Sigma na melhoria do nível de serviço dos stocks

Neste estudo, os autores Malliga and Srinivasan (2007), explicam a abordagem do Seis Sigma para aumentar o nível de serviço dos stocks num Centro de Distribuição. O objetivo principal é melhorar o nível sigma, sendo que a razão para não atingir o Seis sigma é o padrão da procura, a alocação de recursos de inventários, ou seja, o número total de peças é cerca de um milhão, sendo que é quase impossível ter todas as peças em stock.

Para resolver este problema, a empresa optou por utilizar a metodologia DMAIC, começando por realizar a definição da equipa e do modelo de negócio atual. Este adota o conceito de lotação rápida e média das paletes em movimento, através de um módulo de planeamento de stocks. Esta estratégia levou ao aumento do tempo de ciclo para o fornecimento de peças indisponíveis no centro de distribuição, que por sua vez afeta o nível de satisfação do cliente.

Para atingir o objetivo, a primeira meta a atingir, definida pela equipa é a redução da variação dos outputs do processo.

O passo seguinte foi a representação gráfica do fluxo do processo por forma a identificar os passos do processo e as oportunidades de melhoria. A esta etapa, seguiu-se a recolha de dados quantitativos e qualitativos para descrever a forma de operação da cadeia de abastecimento.

Este foi um impulsionador da fase seguinte, a fase de medição, sendo que nesta fase foi realizada uma análise ao desempenho da linha de base para ambos os padrões de encomenda, a ordem de material e a ordem de ações *business-to-business* (B2B). A partir da referência de desempenho do processo, a equipa identificou o stock padrão para o mercado B2B, sendo este a origem do problema no processo existente. Além deste problema, também foi identificado uma queda percentual nos serviços, devido à implementação de um sistema de programação para a execução do inventário para a indústria.

Com isto, passou-se à fase seguinte, a fase de analisar, onde foram identificadas as causas de variação e de defeitos, através de um diagrama de causa e efeito, realizado pelo *Black Belt* e pela equipa, com o objetivo de estudar a relação entre os inputs do processo e os seus outputs. O passo seguinte foi o cálculo dos níveis de stocks mínimos e máximos do inventário, seguindo-se da alteração do modo de transporte das peças com menor prioridade.

As causas foram recolhidas, foi realizado um ranking com base na perceção dos especialistas. A partir desse ranking, foram analisadas as causas com ranking mais elevado e essas foram fixadas como causas potenciais para o problema.

Para avaliar as relações entre as variáveis, foi realizada uma matriz de diagramas de dispersão. De seguida, foi realizada a análise da capacidade do processo e a distribuição dos fatores mais críticos para a cadeia de abastecimento.

Desta forma a equipa passou à fase de melhoria, onde foram propostas algumas melhorias e o processo foi testado com um estudo confirmatório para verificar o impacto dessas melhorias.

Numa fase posterior, a fase de controlo, a equipa desenvolveu um processo de acompanhamento da mudança, criaram um plano de respostas para lidar com os problemas que pudessem surgir. Em relação às pessoas que estavam envolvidas no processo, a equipa

através de apresentações e demonstrações, garantiu o apoio da administração para os objetivos de longo prazo do projeto.

Desta forma, os autores concluíram que a percentagem global do serviço de stocks aumentou pela afinação eficaz do inventário para o nível de cerca de 94%, sendo este um elemento importante, que proporcionou melhor atendimento ao cliente, ao menor custo e à seleção e implementação da rede de distribuição correcta.

Este processo envolveu uma análise detalhada dos custos de transporte, tamanhos de stocks, custos de espaço, custos com sistemas, e custos de gestão do trabalho (Malliga and Srinivasan, 2007).

Após o estudo destas temáticas apresentadas na revisão de literatura, há pontos fulcrais a reter sobre o Outsourcing, a metodologia Seis Sigma e a interligação das mesmas. O Outsourcing envolve uma grande interação e confiança com o parceiro de negócio, pois existe entre ambos uma partilha de conhecimentos e formas de trabalhar. Neste tipo de parcerias, há um fator que se destaca, os custos envolvidos, sendo que as empresas se deparam com alguns custos fixos e outros variáveis dependendo do tipo de parceria.

É necessário, neste tipo de parcerias, que exista um controlo do desempenho do parceiro, ou seja, da empresa que contratamos para desempenhar determinada função. Com este acompanhamento, podemos verificar alguns problemas ou desvios, podendo atuar de forma a suprir os mesmos. Para isso, existem metodologias na literatura que ajudam a empresa na resolução dos seus problemas. No caso de os problemas terem causas incertas e difíceis de identificar, que têm uma grande variabilidade, existe a metodologia Seis Sigma. Esta metodologia tem como objetivo ajudar as empresas na resolução dos seus problemas através do seguimento da estrutura DMAIC.

Com o DMAIC as empresas conseguem definir os seus problemas foco, medir o seu desempenho atual, analisar as causas do problema, encontrar melhorias e realizar o controlo e acompanhamento dos mesmos para que os processos se mantenham estagnados e alinhados com os objetivos da empresa. No entanto, para que esta metodologia resulte é necessário realizar cada fase com precisão e só posteriormente passar á fase seguinte.

Para que estes projetos Seis Sigma tenham sucesso, é fundamental que haja o apoio e contributo da Gestão de Topo, assim como o reconhecimento do mesmo perante toda a organização.

3. Abordagem da metodologia Seis Sigma no Outsourcing dos processos de expedição na Bosch Termotecnologia

3.1. Grupo Bosch

Em 15 de novembro de 1886, Robert Bosch abre a “A Oficina de Mecânica de Precisão e Engenharia Elétrica” em Stuttgart onde trabalha na construção e instalação de todo o tipo de equipamentos elétricos (telefones, campainhas elétricas...). Após um período difícil, Robert Bosch aposta num novo dispositivo, o dispositivo de ignição magnética. Posteriormente ao desenvolvimento desse dispositivo, abriu uma nova base de clientes para a Bosch sob a forma de fabricantes de automóvel em todo o mundo.

Após a Primeira Guerra Mundial, a Bosch, que tinha sido obrigada a converter a sua produção para fins militares, recuperou surpreendentemente rápido das consequências da guerra até ao final de 1925, quando as vendas do mercado automóvel europeu ruíram repentinamente. A crise foi rapidamente controlada e, em consequência, os novos gestores começaram a procurar novas áreas de negócio promissoras (Ferramentas elétricas em 1928, Primeiro frigorífico em 1933, em 1932 Sistemas de Aquecimento e o primeiro Auto Rádio fabricado em série na Europa)

Aquando da Segunda Guerra Mundial em 1939, a Bosch teve de converter todas as suas instalações para produzir material militar. No fim da guerra em 1945, largas áreas das fábricas Bosch tinham sido destruídas pelos aliados mas Robert Bosch não viveu para ver a destruição, morrendo em 12 de março de 1942.

Depois de 1945, o renovado e intenso crescimento fez com que a empresa estabelecesse uma estrutura divisional, e criasse uma rede de divisões relativamente independentes com responsabilidade para alcançar os seus próprios objetivos de vendas e lucros.

Em 1964, a Vermögensverwaltung Bosch GmbH, adquiriu a maioria das ações dos herdeiros da Robert Bosch GmbH, transferindo os direitos de voto para a Robert Bosch Industrietreuhand KG (Robert Bosch Industrial Trust), o órgão, desde então, responsável por levar a cabo as funções de propriedade empresarial. Em 1969, a Vermögensverwaltung Bosch mudou o seu nome para Robert Bosch Stiftung GmbH (Fundação Robert Bosch), para realçar o foco social das suas atividades. Até aos nossos dias, a fundação apoia

projetos nas áreas da educação, saúde, relações internacionais, sociedade, cultura e ciência. A maior parte dos ganhos gerados são retidos na empresa, onde são usados para assegurar o seu futuro.

Nos anos 90, as atenções continuaram voltadas para a inovação, criando a ponte perfeita para o slogan estratégico “*Invented for life*”. O programa de estabilidade eletrônica ESP, lançado em 1995, foi um marco tecnológico e um sucesso comercial.

A partir de 2003, a empresa colocou uma grande importância na globalização, na proteção ambiental, na conservação de recursos e na eficiência energética. Uma importante decisão foi tomada na primavera de 2008, quando a Bosch adquiriu o produtor de células solares alemão Ersol, para criar uma nova subsidiária de Energia Solar Bosch.

A crise económica global de 2008/2009 fez com que as vendas da Bosch caíssem aproximadamente 15%, para 38.2 bilhões de euros no ano fiscal de 2009, e isso significou que a empresa registou uma perda operacional pela primeira vez, desde a segunda guerra mundial. Contudo, a crise não afetou a estratégia da empresa, a longo prazo, em 2007, Franz Fehrenbach, atual presidente do conselho de administração, disse: “A nossa prioridade máxima é sem dúvida de assegurar o futuro da empresa a longo prazo, mas estamos igualmente empenhados em fazê-lo alcançando o balanço entre ecologia, economia e [...] responsabilidade social corporativa.”

Hoje o Grupo Bosch é líder global no fornecimento de tecnologia e serviços. A Bosch conta com três áreas de negócio distintas - Tecnologia Automóvel, Tecnologia Industrial e Bens de Consumo e Tecnologia de Construção – divididas em diversas secções. Nessas áreas, aproximadamente 285 000 colaboradores geraram vendas de 47.3 bilhões de euros em 2010. O Grupo Bosch engloba Robert Bosch GmbH e as suas mais de 350 subsidiárias e empresas regionais em mais de 60 países. Se incluirmos os parceiros de vendas e serviços, o Grupo Bosch está representado em 150 países. Em 2010, a Bosch gastou 3.8 bilhões de euros em pesquisa e desenvolvimento, e candidatou-se a mais de 3 800 patentes a nível mundial.

3.2. Bosch Termotecnologia

A integração da Junkers & Co, empresa fundada por Hugo Junkers em 1895, na Robert Bosch GmbH em 1932, marca o início da Divisão Termotécnica da Robert Bosch. Com oito fábricas, em 2002, situadas em cinco países da Europa, e cerca de 6500 colaboradores, a Bosch Termotécnica é hoje o principal produtor europeu de esquentadores e caldeiras a gás.

A Bosch Termotecnologia iniciou a sua atividade em Cacia, Aveiro, no ano de 1977. Constituída inicialmente por capital totalmente nacional, por empresários locais, as suas operações tiveram por base um contrato de licenciamento com a Robert Bosch para a transferência da tecnologia, utilizada pela empresa alemã, nos esquentadores Junkers, então produzidos na Alemanha.

O crescimento da empresa é consolidado em 1983, com o lançamento de uma marca própria – a Vulcano – e de assistência pós-venda, que garantiram uma rápida e sólida liderança do mercado nacional de esquentadores.

Em 1988, com a aquisição da maioria do capital pelo Grupo Bosch, o nome da empresa foi alterado para Vulcano Termodomésticos S.A. e a empresa foi incorporada na Divisão de Termotecnologia do Grupo Bosch, que transfere para Portugal competências e equipamentos existentes, iniciando um processo de especialização dentro do Grupo.

Líder do mercado Europeu, desde 1992, e terceiro produtor mundial de esquentadores, a Vulcano Termodomésticos S.A. criou em 1993, em Aveiro, um centro de Desenvolvimento e Investigação. Responsável mundial do produto, estão sob a sua tutela a conceção e desenvolvimento de novos aparelhos, bem como a sua fabricação e comercialização.

Em 1996, a gama de produtos fabricados em Aveiro foi alargada com o início da produção de caldeiras murais a gás. No mesmo ano, a empresa passou a licenciar terceiros para o processo de montagem dos seus esquentadores, com base na tecnologia própria entretanto desenvolvida.

A partir de 1998, a Bosch passou a ser a única acionista, tendo a empresa, a partir de 2007, passado a chamar-se BBT Termotecnologia Portugal e, mais recentemente, em janeiro de 2008, Bosch Termotecnologia S.A.

Desde de 1996, a empresa é reconhecida como o Centro Mundial de Competências da Robert Bosch, no âmbito dos equipamentos para o aquecimento doméstico de água.

O último passo no alargamento da gama de produtos fabricados em Aveiro, deu-se com início da produção de painéis solares térmicos, ocorrida em março de 2007.

A Bosch Termotecnologia S.A. é hoje líder europeu no fabrico de esquentadores, em 2010 teve vendas na ordem dos 233 Milhões de Euros e o número de colaboradores era aproximadamente de 1165.

3.3. Departamento da Logística

O departamento de Logística engloba três atividades básicas: a de aquisição, movimentação, armazenagem e entrega de produtos. É o espaço empresarial responsável pelo planeamento do fluxo de materiais; do armazenamento eficiente de matérias-primas, materiais semi-acabados e produtos finais, bem como do fluxo de informação a eles relativo, visando as exigências dos clientes. Neste sentido, o departamento é dividido em três áreas distintas, LOG1, LOG2, LOG3 e mais duas áreas de coordenação, transversais a todo o departamento, LOG9 e LOG-P (Figura 4).

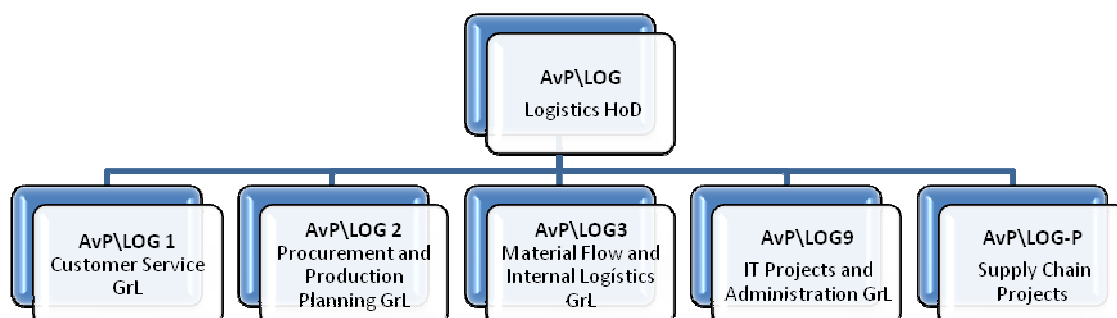


Figura 4 – Organograma Departamento Logística

O LOG1 é responsável pelo serviço ao cliente e pela gestão de encomendas. Por sua vez, o LOG2 é encarregado pelo planeamento da produção e planeamento do material, nomeadamente, definição e controlo do nível de stock (reorder point, stock de segurança), entregas de fornecedores (horários, medição, acompanhamento) e gestão do stock de produto acabado

O LOG 3 é responsável pela gestão do fluxo interno de material e de informação e pela otimização dos recursos, entre outros, planeamento da capacidade (equipamento e pessoas) e redução do desperdício interno, assim como, tem como responsabilidade o fluxo

de material, isto é, faturação e despacho (mercado doméstico e exportação), os armazéns em outsourcing (produto acabado e peças de substituição), o armazenamento de componentes, a logística inversa, as reclamações logísticas e a negociação dos transportes e do armazenamento.

De forma transversal, o LOG-P tem como responsabilidades a coordenação de projetos logísticos e o LOG9 é responsável pela elaboração e melhoria de processos logísticos e inovação tecnológica (IT).

3.4. Projeto Seis Sigma no Outsourcing dos processos de expedição

A Bosch Termotecnologia S.A., devido à diversidade e quantidade de produtos, optou por realizar o Outsourcing do armazém de produto acabado, tendo realizado um contrato com a empresa Willy Betz, operador logístico, com início em agosto de 2004.

Este armazém é responsável por todas as operações associadas ao armazenamento e preparação para expedição de todos os produtos produzidos em Aveiro, sendo o foco deste projeto o processo de expedição para o mercado internacional.

Foi necessário iniciar este projeto pois os transportadores eram contratados para realizar o transporte do material até ao nosso cliente final e reclamavam do elevado tempo que estavam à espera para efetuar a carga, assim como, com o tempo efetivo da carga. Desta forma a *Team Leader* da Logística de expedição teve de verificar se estas reclamações tinham um fundamento e se o problema era do armazém do qual foi realizado o outsourcing. Para isso, fez uma análise simplificada ao tempo de carga para cada destino e verificou que, realmente, estes tempos eram demasiado elevados. Assim sendo, encontrou a necessidade de desenvolver um projeto com o intuito de perceber os fatores que influenciam este elevado tempo de carga e o que poderia ser alterado de forma a melhorar este processo e a diminuir as reclamações dos transportadores contratados, relativas ao tempo efetivo da carga.

3.4.1. Caso de Estudo

No processo de expedição, para o mercado internacional, o armazém disponibiliza 4 Cais de Carga, 6 colaboradores no posto de carga e 4 colaboradores no BackOffice (Figura 6). Nestes cais de carga associados à exportação, para os destinos com envios mais frequentes, existe um standard de carga que contempla o dia da semana, os destinos que vão carregar nesse dia e o tempo de carga standard, sendo que este último tem de ser cumprido, pois caso contrário poderá ter implicações nas cargas seguintes e nas reclamações dos transportadores.

Os destinos com standard de carga são: USA, França, Espanha, Marrocos, Moscovo, Alemanha, Grupagem Alemanha¹, Chile, Colômbia, Itália, Bélgica/Holanda, Argélia, China e Inglaterra, sendo que este standard é utilizado apenas para cargas completas.

O tempo de carga² standard é o seguinte:

Destino	Tempo (min)	Destino	Tempo (min)
USA	90	Chile	120
França	45	Colômbia	120
Espanha	90	Itália	60
Marrocos	45	Bélgica/Holanda	60
Moscovo	60	Argélia	30
Alemanha	60	China	60
Grup. Alemanha	90	Inglaterra	60

Tabela 2 – Tempo de carga standard

¹ A Grup. Alemanha contempla cargas completas para a Alemanha, sendo que o camião transporta produtos para vários clientes neste país.

² As cargas referidas, são cargas em que o camião vai sempre completo, tendo como dimensões: 13,60x2,44x3,12 m e cubicagem de 103,53 m³.



Figura 5 – Layout Armazém Willy Betz

Foram analisadas as cargas completas realizadas de janeiro a agosto de 2011 para as quais tinham standard de carga semanal (Tabela 3).

Segunda-feira	Nº	Terça-feira	Nº	Quarta-feira	Nº	Quinta-feira	Nº	Sexta-feira	Nº
USA	1	Marrocos	3	Chile	1	USA	1	França	1
França	1	Moscovo	1	França	1	Colombia	1	Espanha	2
Espanha	2	França	1	Marrocos	2	França	1	Itália	1
China	1	Espanha	2	Espanha	2	Espanha	2	Argélia	2
Bélgica/Holanda	1	Alemanha	3	Argélia	2	Alemanha	2	China	1
Alemanha	1	Argélia	1			Argélia	2	Alemanha	3
Itália	1	Chile	1			Itália	1	BAXI	1

Tabela 3 – Standard de carga semanal

Neste período de tempo de análise (janeiro – agosto 2011), verificou-se que num total de 1369 cargas analisadas aos destinos que fazem parte do standard, que consta na tabela acima mencionada, 41 % das cargas estão fora do tempo standard (Tabela 4 e Gráfico 2).

Os tempos são considerados fora do standard quando estão 15 min acima do tempo de standard pré-definido.

Destino	NCR	NCI
Espanha	263	64
Grup.Alemanha	208	88
Argélia	150	87
França	147	58
Itália	125	45
Marrocos	94	52
Alemanha	104	38
Chile	84	38
Moscovo	43	29
Inglaterra	42	12
USA	40	27
Belgica / Holanda	31	12
China	24	9
Colombia	14	6
Total	1369	565

% Incumprimento	41%
------------------------	------------

NCR* - Número de cargas realizadas

NCI* - Número de cargas com incumprimento ao tempo standard

Tabela 4 – Balanço entre NCR e NCI

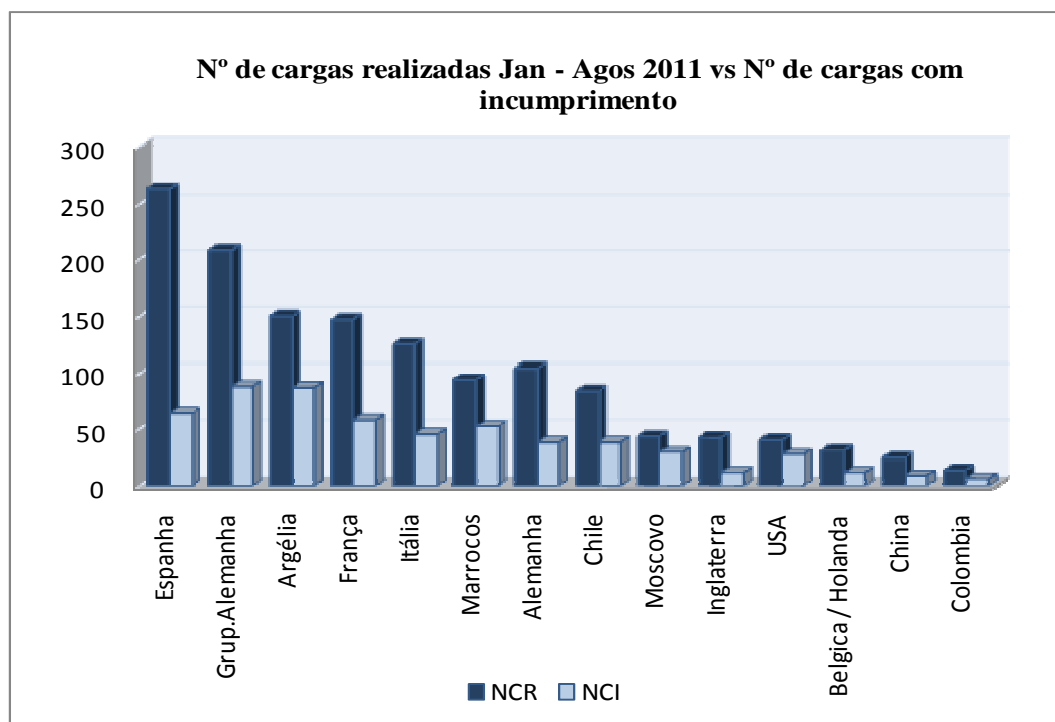


Gráfico 2 – Balanço entre as cargas realizadas e as cargas com incumprimento do tempo standard de janeiro – agosto 2011

Com este resultado foi necessário verificar quais destes destinos têm maior número de cargas mensais (Tabela 5).

Número de Cargas Realizadas de Janeiro - Agosto 2011									
Destino	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Agos	Total de cargas
Espanha	40	44	40	26	37	40	25	11	263
Grup.Alemanha	27	23	26	23	30	22	27	30	208
Argélia	22	19	23	23	22	22	10	9	150
França	21	20	22	17	16	16	18	17	147
Itália	25	18	15	14	16	10	12	15	125
Marrocos	9	8	15	10	16	17	11	8	94
Alemanha	9	9	15	19	11	16	15	10	104
Chile	15	14	9	13	12	5	8	8	84
Moscovo	4	4	5	9	6	5	7	3	43
Inglaterra	5	6	10	6	5	4	4	2	42
USA	5	6	5	8	4	4	5	3	40
Belgica / Holanda	5	5	5	3	4	2	3	4	31
China	2	4	1	2	5	4	4	2	24
Colombia	2	0	2	4	2	2	1	1	14
Total	191	180	193	177	186	169	150	123	1369

Tabela 5 - Número de cargas mensais com tempo standard janeiro – agosto 2011

Visualizando estes dados graficamente, definimos como destinos A, os destinos com maior número de cargas, e os quais iremos focar a nossa análise (Gráfico 3).

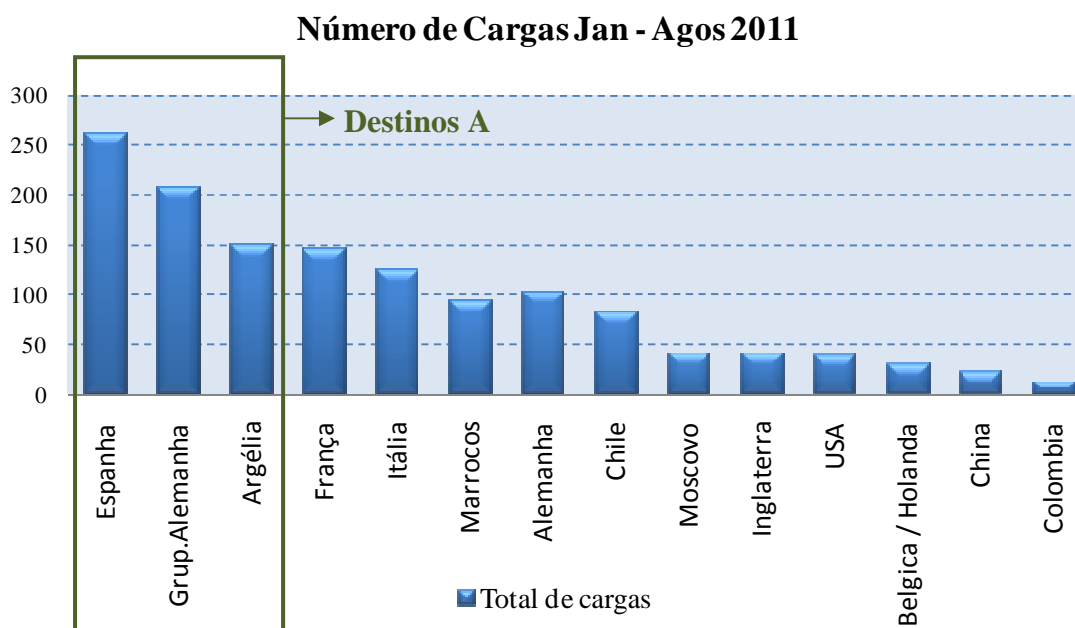


Gráfico 3 – Número de cargas por destino de janeiro – agosto 2011

No gráfico anterior verificamos que os três destinos com maior número de cargas são: Espanha, Grupagens da Alemanha e Argélia, sendo que estes foram os destinos selecionados para focalizar o estudo.

Por forma a selecionar o destino piloto para este projeto, foi realizada uma análise ao coeficiente de variação dos destinos A, para identificar qual o destino com maior coeficiente de variação.

	Espanha	Grup.Alemanha	Argélia
Mean	85,17	101,28	50,43
Median	75	92,50	48
Standard Deviation	44,14	49	20,53
Minimum	11	30	16
Maximum	299	256	180
Count	263	208	150
Coeficiente de variação	52%	48%	41%

Tabela 6 – Análise dos Coeficientes de Variação

Visto que Espanha para além de ser o destino com maior número de cargas mensais, também é o destino com coeficiente de variação mais elevado, foi o destino piloto selecionado para a iniciação deste projeto.

Com o objetivo de reduzir esta variabilidade no tempo de carga deste destino (Espanha), foi utilizada a metodologia DMAIC para analisar o problema em profundidade e auferir melhorias neste processo.

A metodologia DMAIC pressupõe trabalho em equipa, alinhamento do objetivo final e seguimento rigoroso de cada passo: “*Define*”; “*Measure*”; “*Analyse*”; “*Improve*”; “*Control*”.

3.4.1.1. Definir (D)

Nesta fase foi imprescindível definir o “*Project chart*” de forma a alinhar toda a equipa no mesmo objetivo e validar o âmbito do projeto.

O “*Project Chart*” é um documento que descreve o projeto, indica quais são os objetivos, finalidades e metas. Este tem como objetivo descrever o que é esperado da equipa do projeto, clarificar qual é o resultado esperado do projeto e manter a equipa focalizada no objetivo.

Nesta ferramenta foi necessário explicitar o “*Business Case*”, o “*Project Statement*”, o “*Project Goals*” o “*Project Scope*”, o “*Project Resources*” e o “*Target*”.

“*Business Case*”

“Durante o período compreendido entre janeiro e agosto de 2011 foi identificado que o tempo de carga para Espanha no armazém de produto acabado (Willy Betz) não estava a ser cumprido de acordo com o tempo standard pré-definido. Este tempo standard está definido em minutos.”

“*Project Statement*”

“Num total de 263 cargas efetuadas de janeiro a agosto de 2011 para Espanha, aproximadamente 24 % das cargas estavam fora do tempo standard. Este desvio implica atrasos nas cargas seguintes, reclamações dos transportadores, ocupação excessiva dos cais de carga, assim como se reflete no número de cargas possíveis a efetuar durante o período de trabalho (8h às 18h) do armazém de produto acabado.”

Esta % de incumprimento foi calculada tendo em conta um Limite Central igual ao tempo de carga standard atual (90 min) e um Limite Superior de + 15 min (105 min).

De forma a verificar visualmente o processo fora de controlo, foi realizada uma carta de controlo das cargas de Espanha (Figura 6).

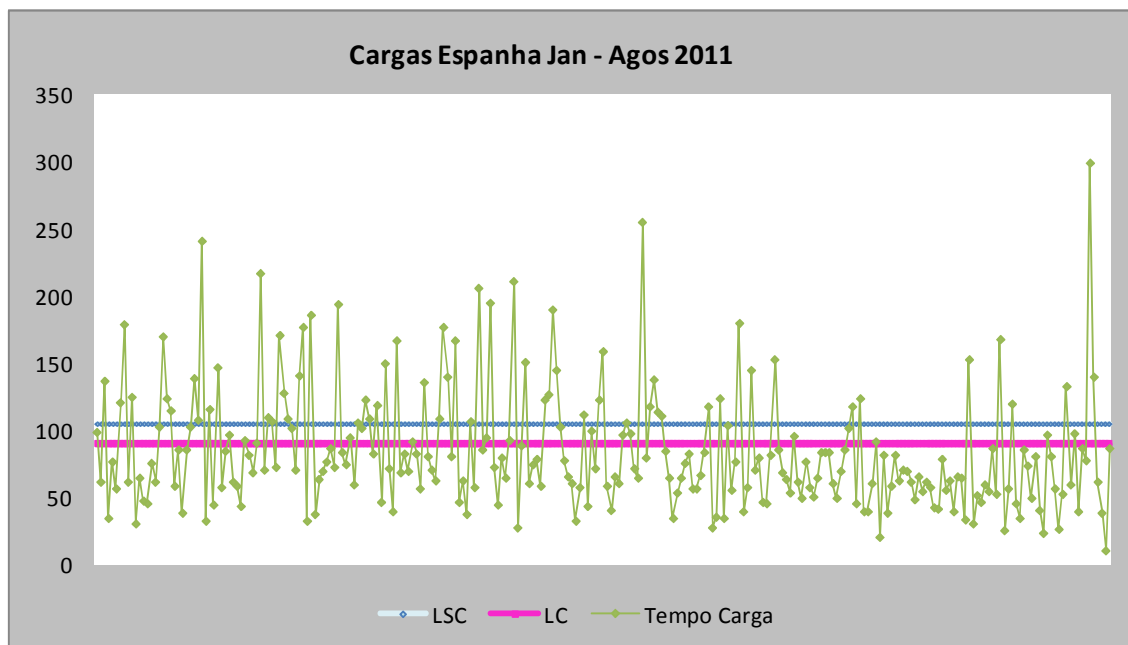


Figura 6 – Carta de Controlo Espanha

Como podemos observar pela carta de controlo, há uma grande variação nos tempos de carga para este destino, sendo que poucas são as cargas que se encontram dentro dos limites de controlo ($90 \text{ (LC)} < 105 \text{ (LSC)}$).

A não aderência aos tempos de carga implica o não cumprimento das janelas horárias. O nosso objetivo primariamente é fazer com que as cargas adiram a este tempo standard, para que posteriormente, se possa iniciar um projeto para a aderência das janelas horárias.

A título de exemplo, para comprovar visualmente que o atraso nas cargas influencia o início da carga seguinte, foi realizado um Diagrama de Gantt (Figura 7), a título de exemplo, do dia 14 de Julho, no cais 10 (Cais de standard de Camião), onde se encontra registado as janelas horárias standard para os destinos desse dia, o tempo standard que deveria demorar e o tempo efetivo.

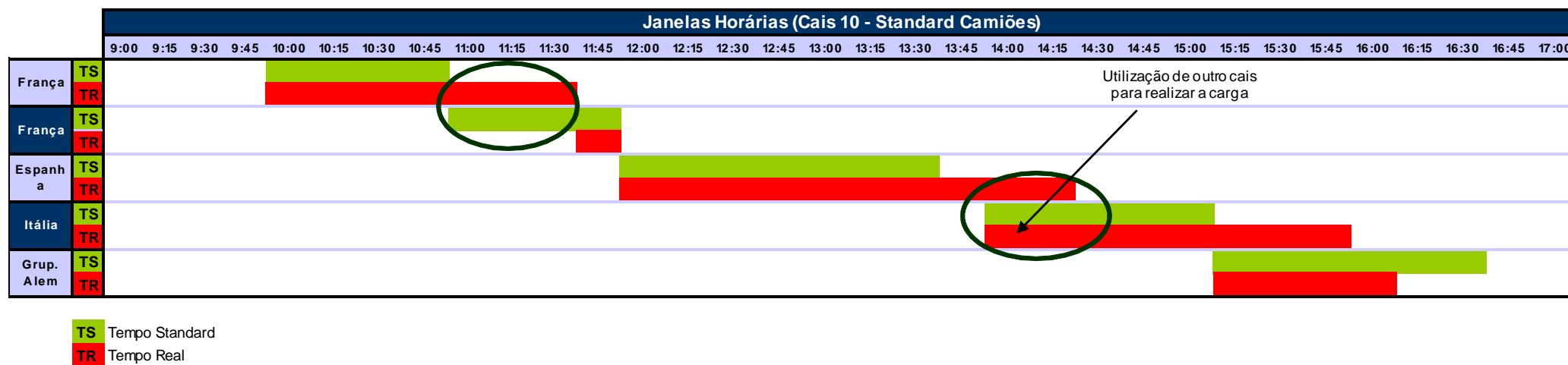


Figura 7 - Gráfico de Gantt das Janelas Horárias (Cais 10 – Standard Camiões)

Desta forma, fica perceptível perceber a influência dos atrasos das cargas. Se analisarmos o destino Itália, com standard de carga às 14h, no cais 10, não foi possível utilizar o mesmo cais de carga para efetuar a carga efectivamente, pois a carga anterior (Espanha) teve um atraso, o que impossibilita a inicialização da carga no cais atribuído no standard. O passo seguinte foi a definição de alguns objetivos.

“Project Goals”

“Diminuir a variabilidade dos tempos de carga em 26 % e aumentar o cumprimento dos tempos de carga em pelo menos 50%.”

“Project Scope”

Para que o focus do projeto fosse explícito para toda a equipa, a área de focus selecionada foi: “Cargas para Espanha (Processo Outbound)” incluindo o plano de cargas diário, excluindo as devoluções deste mercado.

“Target”

Foi definido o *“Target”*, calculando o nível sigma atual, sendo este 2,20 definindo como objetivo, atingir um nível de pelo menos 3,47 no final do projeto. Este nível sigma inclui uma diminuição no atraso dos tempos de carga em 50%.

Equipa do Projeto

Para finalizar o *Project Chart* foi realizada uma descrição da equipa, considerando um *Black Belt*, dois *Green Belts* e um *Sponsor* para o desenvolvimento do projeto.

3.4.1.2. Medir (M)

Nesta fase foi necessário identificar os indicadores chave do processo através do SIPOC (Supplier Input Process Output Customer) pois esta é uma ferramenta gráfica simples, espelhando o processo realizado atualmente e começando por identificar o nosso $Y = f(x)$.

Para construção desta ferramenta a equipa foi para o terreno fazer o levantamento do processo e posteriormente realizou o fluxograma apresentado na Figura 8.

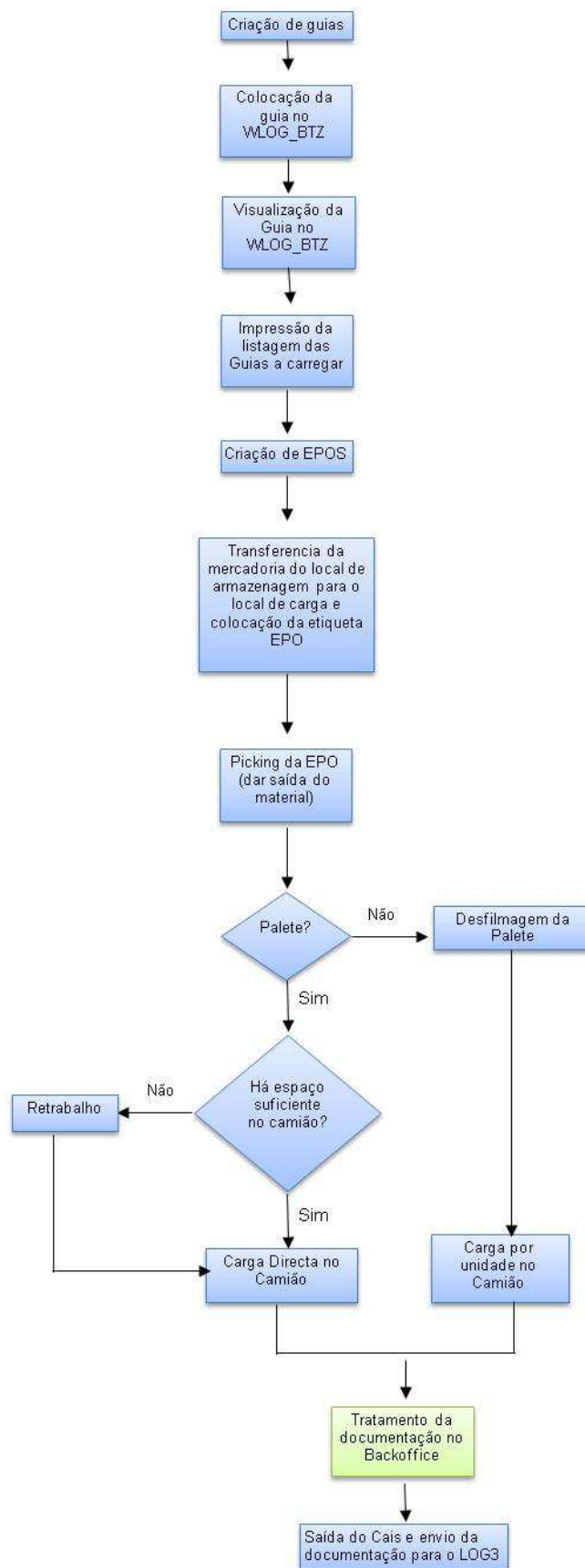


Figura 8 – Fluxograma processos de expedição

Com o fluxograma do processo realizado a equipa realizou o SIPOC identificando em cada sub-processo (P) os fornecedores (S), inputs (I), outputs (O), e clientes (C) do mesmo (Figura 9).

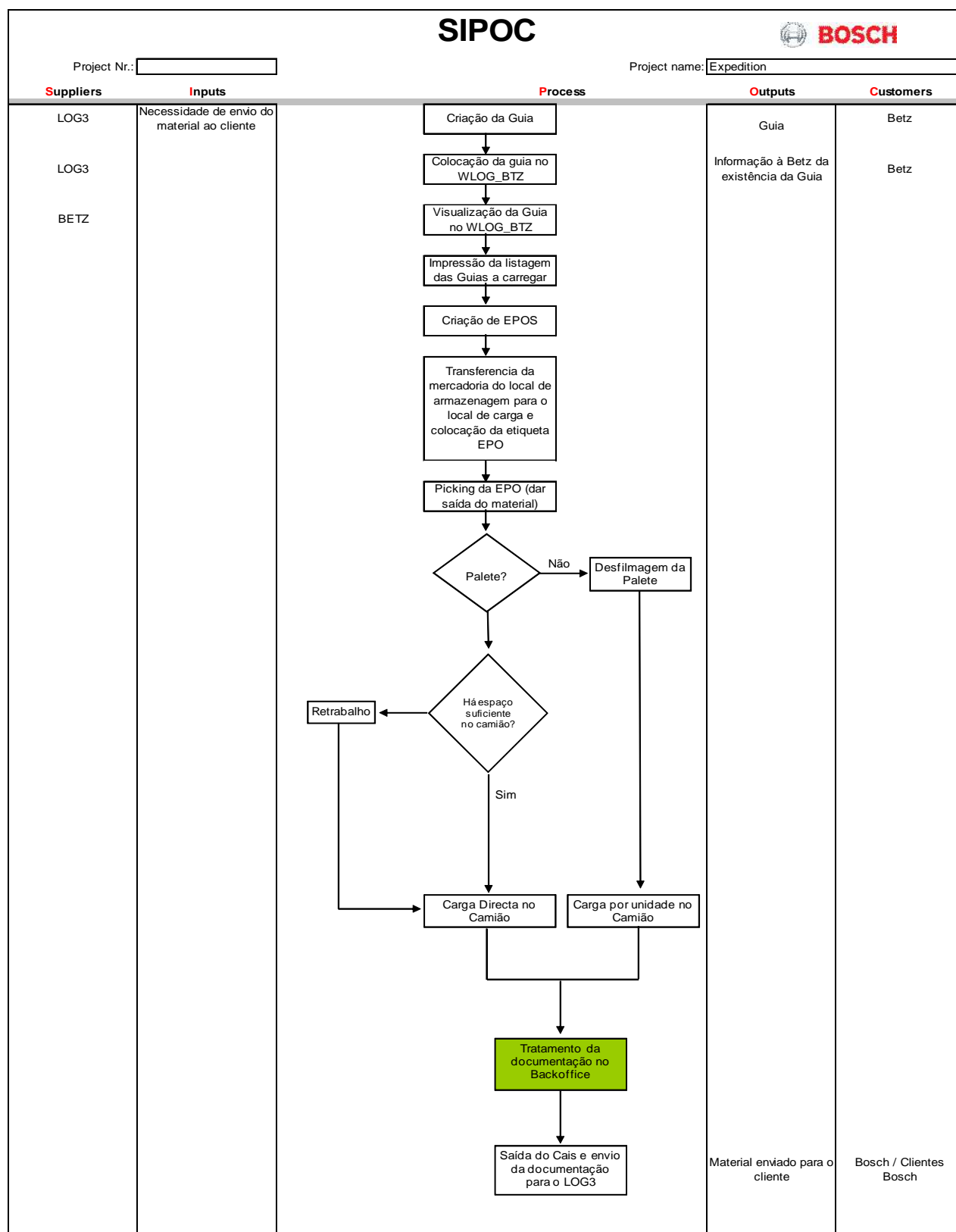


Figura 9 – Diagrama SIPOC

Após a análise do processo a equipa realizou um diagrama de Ishikawa (Figura 10), com o objetivo de identificar quais seriam as possíveis causas do nosso problema a nível de “Homem”, “Máquina”, “Material”, “Método” e “Meio Ambiente”.

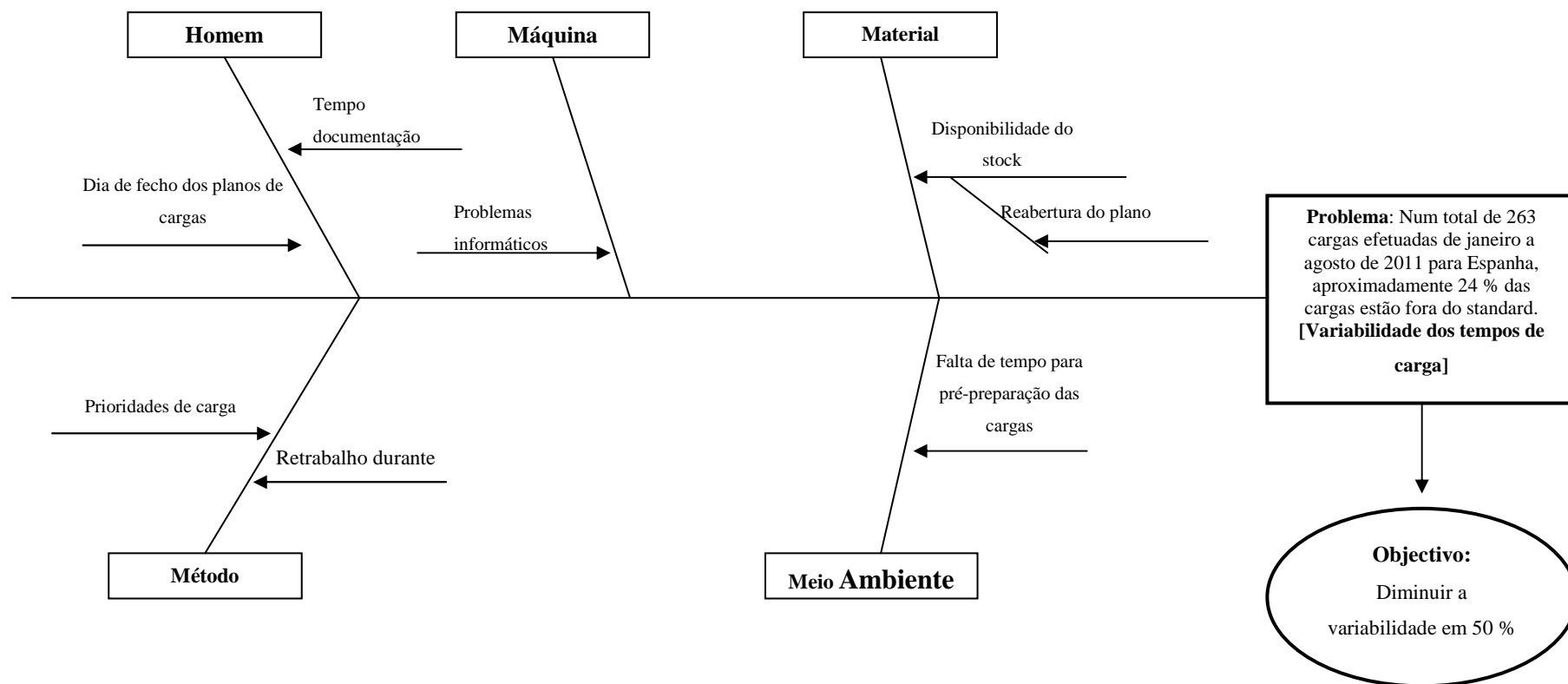


Figura 10 – Diagrama de Ishikawa processos de expedição de Espanha

Com as possíveis causas do problema identificadas, a equipa realizou uma matriz impacto – esforço (Gráfico 4), para perceber quais as causas prioritárias a ser tratadas. Para obter esta matriz foi realizada uma tabela (Tabela 7) com as causas identificadas no diagrama de Ishikawa e foi atribuída uma pontuação ao esforço por parte da empresa que cada causa requer, assim como ao impacto que esta causa tem no problema em questão.

		Escala 1 - 10		
	Causas	Impacto	Esforço	Observações
A	Tempo de documentação	9	2	
B	Disponibilidade do Stock	9	7	Com alto impacto nos stocks, teria de ter stocks mais elevados
C	Não pré-preparação carga	10	8	Influenciado pelo dia e fecho do plano de cargas, retrabalho e disponibilidade de stocks
D	Problemas informáticos	6	5	

Tabela 7 - Tabela para a matriz impacto – esforço

Nesta tabela só foram consideradas quatro causas chave. A equipa considerou que a causa “Dia de fecho do plano de cargas”, identificada no diagrama, influencia a causa da “Não pré-preparação da carga”, pois se o plano de cargas só for fechado no dia da própria carga, os colaboradores do armazém podem não ter tempo para preparar a carga antes do início da mesma. Desta forma foi decidido incutir a causa do “Dia de fecho do plano de cargas”, na causa “Não pré-preparação da carga” na criação da matriz.

Relativamente à causa “Prioridade de carga”, também foi associada à causa “Não pré-preparação da carga”. No caso de serem identificadas prioridades na ordem de carga, se houver uma pré-preparação da carga, esta não influenciará o tempo de carga. Mas no caso de não existir a possibilidade de fazer essa preparação, de forma antecipada, esta causa será um fator de atraso no tempo da carga.

No que concerne à causa “Retrabalho”, encontrámos uma situação idêntica à referida anteriormente. Se houver disponibilidade de realizar este retrabalho no decorrer da pré-preparação da carga, esta causa não será fator influenciador do tempo de carga. No entanto, se não houver essa possibilidade e esse retrabalho tiver de ser realizado durante a carga, e visto que este processo é moroso, será um fator influenciador do tempo que leva à realização de uma carga.

Por fim, em relação à causa “Reabertura do plano”, identificada no diagrama de Ishikawa, a equipa do projeto considerou que esta causa estava subjacente à causa “Disponibilidade do Stock”, pois se o colaborador que trata da preparação da carga a nível informático, verificar que determinado produto que o cliente necessitava entrou

em stock (ficando disponível para envio para o cliente), mas o plano de cargas já estava fechado, o colaborador procederá a reabertura do plano para incluir esse material.

Posto isto a equipa procedeu à construção da matriz impacto – esforço (Gráfico 4) para verificar quais as causas que se encontram no 1º quadrante, sendo estas as causas em que a equipa deve se focalizar no imediato.

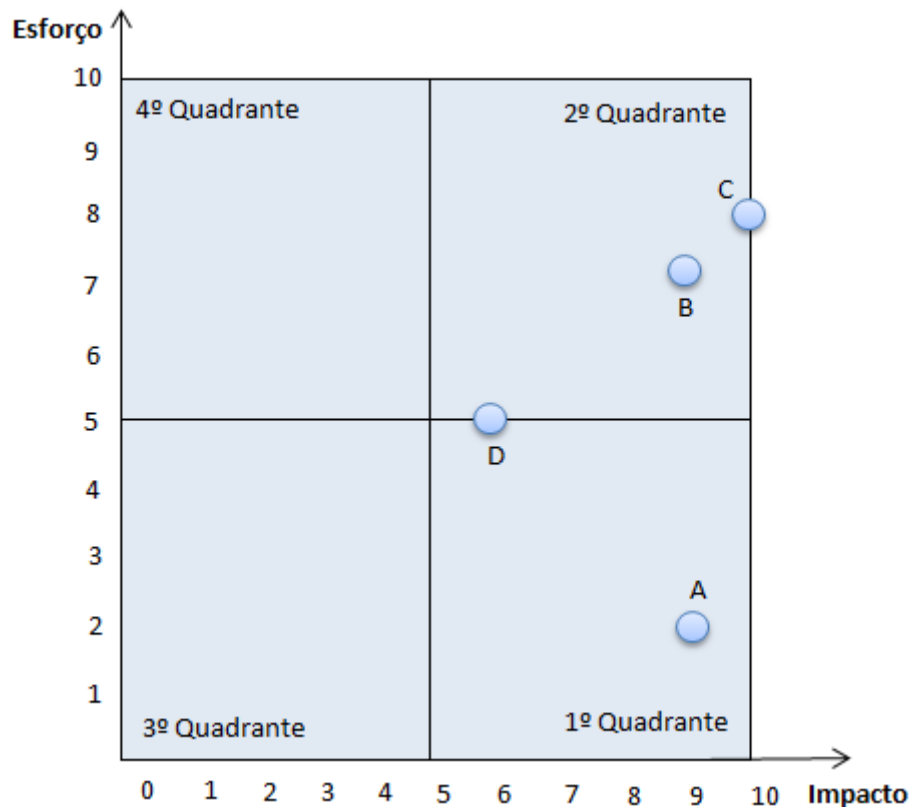


Gráfico 4 - Matriz impacto - esforço

Esta matriz mostra-nos que a causa A (que se encontra no 1º Quadrante), tempo de documentação, deve ser a causa focus de melhoria, pois é a causa que tem maior impacto e em que é necessário incidir um menor esforço.

Em relação às restantes causas estas concentram-se no 2º Quadrante, significando que estas causas requerem um alto esforço por parte da empresa para a sua solução e que tem um alto impacto no problema, sendo que estas devem ser tratadas depois de implementada uma solução para a causa A.

Por exemplo, para eliminar a causa “disponibilidade de stock”, ainda que tenha impacto na preparação da carga, implica um esforço adicional da equipa de planeamento para planear com mais antecedência, sendo que o principal impacto deste planeamento com antecedência é o aumento dos stocks, o que a todo o custo a empresa quer evitar.

De forma a verificar o comportamento dos tempos de carga sem a variável documentação e o impacto que tem o isolamento desta variável, foi realizado um plano de recolha de dados manual, pois o sistema informático não permite a obtenção destes dados. O sistema informático atual apenas contabiliza a hora de encoste ao cais e a hora de saída do cais, sendo que esta é registada pelo operador do *Back Office* após terminar a realização da documentação. Isto implicava que os tempos de carga estivessem influenciados pelos tempos de realização da documentação.

Assim sendo, a recolha de dados de Espanha teve início no dia 10 de Outubro e término a 10 de novembro, pois esta foi a data disponibilizada pelo director do armazém para receber um membro da equipa do projeto, para efetuar a recolha de dados no terreno.

Para seleccionar os dados a recolher, procurou-se responder à pergunta: “Que variáveis podem influenciar o tempo de carga?”. Desta forma os dados seleccionados para recolha foram os seguintes:

- Data de Carga;
- Hora prevista de início de carga;
- Hora efectiva de início de carga;
- Hora de término da carga;
- Tempo de carga;
- Hora de Saída do Cais;
- Tempo de realização da documentação;
- Tempo total do processo;
- Turno;
- Dia de fecho do plano de cargas;
- Hora de fecho do plano de cargas;
- Hora da última actualização do WLOG_BTZ;
- Ocorrências fora do processo normalizado;

A data de carga, a hora prevista de início da carga e a hora efectiva do início da carga foram seleccionadas, com o objetivo de visualizar se os operadores de carga iniciavam a mesma dentro da hora prevista, ou se este pode influenciar o atraso da carga.

A hora de término da carga foi selecionada com o objetivo de fazer uma análise do tempo efetivo da carga (comparando hora de início da carga, com a hora de término da carga). Posteriormente, comparando o tempo efetivo da carga com o standard inicial, é possível calcular a percentagem de cumprimento dos tempos standard de carga, para Espanha.

Com o registo da hora de saída do cais, pretende-se perceber qual o tempo de documentação, comparando a hora de término da carga com a hora de saída do cais. Esta é a única forma que temos para obter concretamente o tempo que leva a realização da documentação.

O dia de fecho do plano de cargas, a hora de fecho do plano de cargas e a hora da última actualização, são dados importantes de analisar, pois a preparação prévia da carga depende destes fatores, e o facto de não haver esta preparação antecipada influencia o tempo de carga. Por exemplo, no caso do plano de cargas ser fechado meia hora antes da carga, visto que os colaboradores estão ocupados a realizar a carga anterior, não terão tempo de preparar a carga e terão que o fazer já com o camião encostado no cais, o que influenciará o tempo de carga. O objetivo é verificar com que frequência estas situações ocorrem, qual o peso que estas têm na percentagem de incumprimento dos tempos standard e averiguar a possibilidade de implementar ações corretivas para que estas situações deixem de ocorrer.

Por fim, o último fator de análise são as ocorrências que estão fora do processo normalizado, para verificar quais os problemas que ocorrem com maior frequência, de forma a implementar ações corretivas e eliminar os mesmos.

3.4.1.3. Analisar (A)

Esta fase do projeto consiste na validação da causa do problema, através de ferramentas estatísticas. O objetivo é compreender o projeto de forma a conseguir implementar propostas de melhorias, isolando cada variável do processo (tempo de carga sem documentação e tempo de documentação).

3.4.1.3.1. Estatística Descritiva e Coeficiente de Variação

Inicialmente produziu-se a caracterização da amostra através da estatística descritiva (tabela 8), nomeadamente, através de parâmetros de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão).

Estatística Descritiva das Variáveis						
Variáveis	N	Média	DP	Mínimo	Máximo	CV
Tempo Atual de Carga (min)	40	72,08	35,68	32	225	48%
Tempo de Carga S/Docs (min)	40	52,93	30,90	23	194	58%
Tempo de Documentação (min)	40	19,15	15,11	6	87	79%
Número de Paletes ³ (unid)		54,00	6,83	32	67	13%
Turno	40					
Manhã (f)	15					
Tarde (f)	25					
Dia de Fecho do Plano de Cargas						
Dia da Carga (f)	16					
Dia Anterior (f)	24					

*f – frequência

Tabela 8 - Estatística descritiva das variáveis de caracterização da carga

É perceptível que a variável que apresenta um coeficiente de variação mais elevado é a variável “Tempo de Documentação”, sendo este de 79%. Isto indica-nos que os desvios em relação à média atingem 79% do valor da média. Esta variação revela-se acentuada e por isso é necessário verificar se esta variação assume uma distribuição normal.

³ O número de paletes é idêntico em cada carga.

3.4.1.3.2. Teste Kolmogorov-Smirnov – Teste à normalidade das variáveis

Foi realizado um teste à normalidade das variáveis (teste Kolmogorov-Smirnov) para verificar se estas apresentam uma distribuição normal (Tabela 9).

Teste à Normalidade Kolmogorov-Smirnov (K-S)					
Variáveis	N	Média	DP	K-S	p
Tempo Atual de Carga	40	72,08	35,68	1,20	0,111
Tempo de Carga S/Docs	40	52,93	30,90	1,35	0,052
Tempo de Documentação	40	19,15	15,11	1,11	0,166
Número de Paletes	40	54,00	6,83	0,79	0,560

Tabela 9 - Teste à normalidade das variáveis

Analisando o teste à normalidade realizado às variáveis podemos afirmar que o tempo atual de carga assume uma distribuição normal, assim como a variável tempo de carga s/docs, tempo de documentação e número de paletes. No entanto, o tempo de carga sem documentação apresenta um valor de p próximo da significância indicando uma tendência para uma maior dispersão dos tempos de carga.

3.4.1.3.3. Teste às variâncias e às médias das variáveis

Seguidamente, foi realizado um “Independent-Samples T-Test” para verificar se existe variância associada aos diferentes turnos de trabalho (Tabela 10). O objetivo deste teste passa por perceber se o problema reside no turno em que é realizada a carga.

Como um intervalo de confiança de 95%, haverão dados que revelem que as variâncias e as médias das variáveis “Tempo Atual de Carga”, “Tempo de Carga S/Docs”, “Tempo de Documentação” e “Número de Paletes” no turno da manhã são superiores que as variâncias e as médias das variáveis no turno da tarde?

Teste de Hipótese às Variâncias

H0: σ^2 das variáveis do Turno da Manhã \leq σ^2 das variáveis do Turno da Tarde

H1: σ^2 das variáveis do Turno da Manhã $>$ σ^2 das variáveis do Turno da Tarde

Teste de Hipótese às Médias

H0: μ das variáveis do Turno da Manhã \leq μ das variáveis do Turno da Tarde

H1: μ das variáveis do Turno da Manhã $>$ μ das variáveis do Turno da Tarde

Variáveis	Turno						Teste de Levene's		Teste t	
	Manhã			Tarde						
	N	Média	DP	N	Média	DP	F	p	t	p
Tempo Atual de Carga	15	76,94	47,3	25	69,16	26,22	2,132	0,152	1,199	0,238
Tempo de Carga S/Docs	15	55,07	41,46	25	51,64	23,34	0,681	0,414	0,336	0,739
Tempo de Documentação	15	21,87	7,32	25	17,52	18,23	1,834	0,184	0,878	0,385
Número de Paletes	15	54,67	8,97	25	53,6	5,34	2,229	0,144	0,473	0,639

Tabela 10 – Resultados estatísticos dos testes às variâncias e médias das variáveis no turno da manhã e da tarde

Para um nível de confiança de 95%, não se pode rejeitar a hipótese nula do teste às variâncias, pois o t das variáveis não pertence à região crítica, sendo que σ^2 das variáveis do Turno da Manhã \leq σ^2 das variáveis do Turno da Tarde. O mesmo acontece com o teste às médias, não podemos rejeitar a hipótese nula, pois o t das variáveis não pertence à região crítica, sendo que μ das variáveis do Turno da Manhã \leq μ das variáveis do Turno da Tarde;

Apesar de as diferenças não serem comprovadas estatisticamente, existe uma tendência para que se trabalhe com mais eficiência e rapidez no turno da manhã, do que no turno da tarde

3.4.1.3.4. Boxplot de comparação do tempo de carga atual e tempo de carga sem documentação

Isolando a variável “Tempo de documentação”, podemos observar a diferença de concentração dos dados através da Boxplot de comparação entre o tempo de carga atual e o tempo de carga sem documentação.

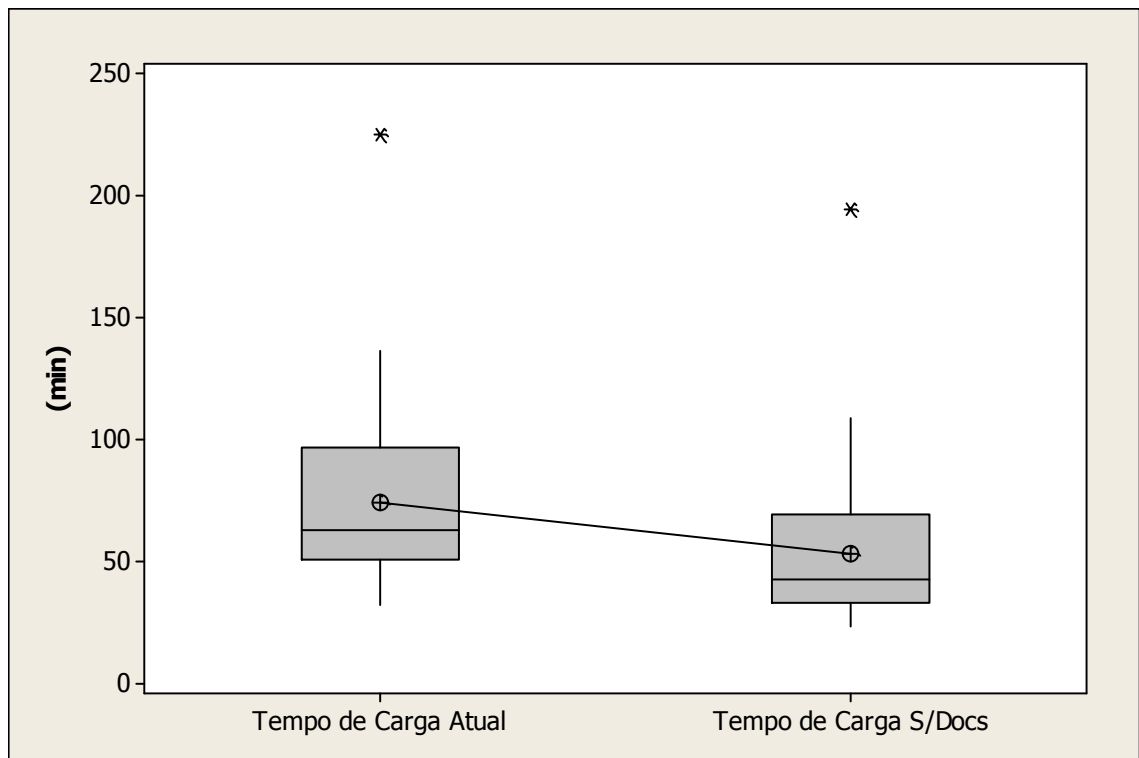


Gráfico 5 - Boxplot de comparação do tempo de carga atual com o tempo de carga sem documentação

Observando a Boxplot podemos verificar que no tempo de carga atual, a dispersão entre o primeiro quartil e o segundo quartil é mais elevada do que no tempo de carga sem documentação. Isto revela-nos, mais uma vez, que o tempo de documentação é uma variável que influencia o tempo de carga atual.

3.4.1.3.5. Resultados Alcançados

Como resultado desta fase (Analisar), o tempo de documentação é a variável que apresenta influência no tempo de carga atual. Ao isolar esta variável diminui o tempo de carga e a variabilidade do processo.

Calculando o nível sigma, isolando a variável documentação (tabela 12), conseguimos verificar que aumentamos o nível sigma do processo e conseguiu-se ficar próximo do objetivo definido no início do projeto.

	TCA	Obj	TC S/Docs
Nível Sigma	2,2	3,47	3,14

*TCA - Tempo de Carga Atual

**TC S/Docs - Tempo de carga sem documentação

Tabela 11 – Cálculo do nível sigma do teste

Para que esta melhoria possa ser aplicada transversalmente a outros destinos foi realizada a proposta que iremos apresentar na fase seguinte “Melhorar”.

3.4.1.4. Melhoria (M)

Nesta fase foi proposto ao Departamento de Informática a alteração à aplicação utilizada por ambas as partes (Betz e Bosch), para que a análise dos tempos de carga seja mais precisa, e para que possamos isolar a variável “Tempo de documentação”, visto que comprovamos estatisticamente, na fase anterior, que esta variável é o predictor com mais influência no tempo de carga.

Na aplicação anterior, existia uma restrição pois só era possível dar saída do cais após a inserção do nº de paletes e pesos na aplicação, isto implicava que os tempos de carga fossem influenciados pelos tempos de realização de documentação. A informação sobre o nº de paletes e sobre o peso só se consegue obter após a realização da documentação no BackOffice (Figura 11), o que implicava que a saída do cais fosse realizada no BackOffice e não no posto do colaborador que efetuava a carga (Figura 12).

Cais: CAIS_BC06

Linhas p/ Data Destinos p/ Data Operações Alertas

Dados Linha Destinos Linha Guias Linha Plano

Cais: CAIS_BC06 Estado: EM ABERTO ID (interno): 0000013216

Transporte: China

Data/Hora prevista de Carga: 2012/01/05 15:30 Tempo Carga: 10 min Fim Prev. Carga: 2012/01/05 15:39

Transportadora: Portocargo

Tipo de viatura: CONTENTOR20

Matrícula: I-15254

EP-Entrada Portaria: 2012/01/05 16:07

EC-Entrada Cais: 2012/01/05 16:09

SC-Saída Cais: 2012/01/05 16:10

SP-Saída Portaria: / / :

Nº paletes: 1 Nº caixas: 1 Peso Carga: 1 Kg Tempo real Carga: 1 Minutos

Tempo max Entrada Portaria: 5 Minutos Tempo max Portaria -> Cais: 30 Minutos

Tempo max Entrada -> Saída Cais: 10 Minutos Tempo max Saída Cais -> Portaria: 10 Minutos

Observações:

Introduza dados

Data: 2012/01/05 Hora: 16:24

Nº de paletes: 0 Nº de caixas: 0

Peso Carga: 0 KG

Tempo real de descarga: 0 Minutos

OK Cancel

Figura 11 – Aplicação WinMenu (Processos de Expedição)



Figura 12 – Síntese do Processo de Carga anterior

Tendo em conta que o pretendido e foco do projeto era isolar a variável “Tempo de documentação” foi proposto a alteração do processo de carga (Figura 13), assim como, da aplicação informática que estava envolvida no mesmo (Figura 14).

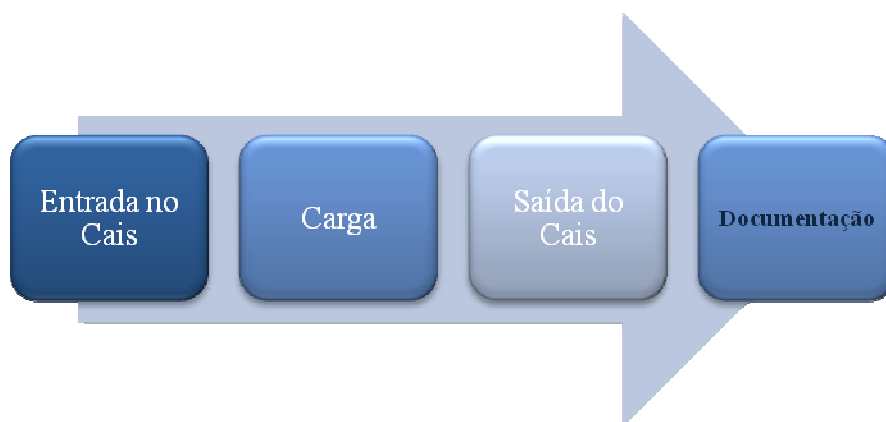


Figura 13 – Síntese do Processo de Carga proposto

CAIS: CAIS_BC11

Linhas p/ Data Destinos p/ Data Operações Alertas

Dados Linha Destinos Linha Guias Linha Plano

Cais: [] Estado: [] ID (interno): []

Transporte: []

Data/Hora prevista de Carga: [] : [] : [] Tempo Carga: [] min Fim Prev. Carga: [] : []

Transportadora: [] EP-Entrada Portaria: [] : []

Tipo de viatura: [] EC-Entrada Cais: [] : []

Matrícula: [] SC-Saída Cais: [] : []

DP-Doc. Pronta: [] : []

SP-Saída Portaria: [] : []

Nº paletes: [] Nº caixas: [] Peso Carga: [] Kg Tempo real Carga: [] Minutos

Tempo max Entrada Portaria: [] Minutos Tempo max Portaria -> Cais: [] Minutos

Tempo max Entrada -> Saída Cais: [] Minutos Tempo max Saída Cais -> Portaria: [] Minutos

Observações: []

Criação: [] : [] : []

Última Alteração: [] : [] : []

D. Ult. Estado: [] : [] : []

Figura 14 – Proposta de alteração da aplicação do WinMenu (Processo de Expedição)

O processo idealizado seria: quando é iniciada a carga é dada “Entrada no Cais” e assim que a carga termina é dada a “Saída do Cais” pelo operador que efetuou a carga.

Posteriormente é realizada a documentação, e quando esta estiver finalizada é ativada a opção de “Documentação Pronta” e à posteriori é dada a “Saída da Portaria”. Desta forma, conseguiremos isolar o tempo de documentação, do tempo de carga.

Esta proposta após ser analisada pela chefia foi aprovada e o planeamento do pedido foi executado pelo departamento de informática:

Detalhes do pedido:

Atividade: A000534

Descrição do pedido: Alteração ao registo de cargas do WLOG_BTZ

Pedido por: Sandra Santos

Pedido em: 2012-03-07

Tipo de prioridade: Racio

Redução de capacidade (FTE): 0.375

Responsável técnico: Ricardo Pereira

Objetivos: - Isolar o tempo de documentação do tempo de carga;

- Controlar os tempos dos subprocessos de carga;
- Aumentar o número de slots no plano de cargas diárias, possibilitando o aumento do nº de cargas possíveis;
- Criação de novos standards de carga;
- Planear com mais exatidão os recursos existentes (humanos/ máquinas).

Viabilidade:

Prioridade: no/low risk

Critico para o negócio: Não

Critico para a produção: Não

Critico para a distribuição: Sim

Critico para responsabilidade de produto: Não

Data estimada de início de implementação: 2012-08-01

Data estimada de fim de implementação: 2012-08-29

Além de pedirmos a alteração mencionada anteriormente também foi solicitada outra alteração que irá permitir à Bosch perceber quando há um incumprimento no tempo de carga, quais foram os motivos encontrados para esse incumprimento.

Essa alteração consistiu na inserção de uma lista de motivos de atraso na carga, ou seja, ao clicar na opção “Saída do Cais”, se a hora de “Saída do Cais” for superior à hora de “Entrada de Cais” + “Tempo de Carga”, o sistema deverá apresentar uma janela com a seguinte lista de motivos para o atraso:

- Atraso na carga anterior;
- Retrabalho das paletes;
- Danos durante a carga;
- Filmagem de paletes;
- Alteração das prioridades;
- Falta de recursos (humanos/ máquinas);
- Alteração/ adição de destinos à carga;
- Carga reaberta para adicionar guias;
- Outros (campo de texto para preenchimento).

O utilizador tem que seleccionar um dos motivos para seguir com a operação.

Esta alteração servirá para identificar quais são as causas que ocorrem com mais frequência, visto que já isolamos a causa de “Tempo de Documentação”, para que posteriormente se possa identificar as causas que deverão ser eliminadas numa próxima fase do projeto e desta forma contribuir para o aumento do nível sigma do processo de carga.

3.4.1.5. Controlo (C)

Este projeto não apresenta fase de controlo, pois só será possível implementar a partir de 1 de setembro de 2012, altura pela qual será possível fazer a análise dos dados sem a recolha manual dos mesmos.

4. Conclusão e Proposta de Melhorias Futuras

O Outsourcing de alguns processos é, cada vez mais, adotado pelas empresas tanto no setor industrial como no setor dos serviços. São claros os benefícios que as empresas atingem na externalização dos seus serviços, no entanto, como todas as opções de negócio acarreta alguns riscos. Para que haja uma minimização desses riscos é necessário que as empresas façam um acompanhamento do desempenho das empresas para o qual externalizam os seus processos.

Inevitavelmente, o desempenho das empresas que irão realizar processos de outras empresas será refletido no desempenho do serviço global que é prestado ao cliente. As empresas que pretendem conquistar a satisfação dos seus clientes, com seus produtos e serviços, terão de apresentar todo o processo otimizado incluindo os processos dos quais efetuou outsourcing.

No setor industrial, as áreas mais comuns para efetivação do outsourcing são as logísticas, relacionadas com transportes e armazenamento. Quando é realizado o outsourcing de processos logísticos, torna-se necessária uma relação assente em valores de confiança e trabalho mútuo para que as empresas não percam o controlo de parte do processo.

A metodologia Seis Sigma pretende ser uma ferramenta útil à optimização da eficiência processual, através da identificação de problemas e eventuais ações de melhoria.

No presente trabalho foi levada a cabo uma análise de todo o processo de carga, com especial ênfase no mercado espanhol. Verificou-se que este processo apresentava um nível sigma de 2.20 e uma variabilidade dos tempos de carga excessiva. O “tempo de documentação” foi identificada como a primeira causa a corrigir devido à sua influência direta no tempo de carga e às características identificadas na matriz de impacto-esforço, sendo que a sua eliminação teria um impacto imediato no processo de carga.

Com esta causa eliminada, o processo em análise passou de um nível de sigma de 2.20 para um nível sigma de 3.14 aproximando-se do objetivo definido no início do projeto (3.47). Para que a empresa atinja um nível máximo de optimização, apresentando zero defeitos (6 sigma), será necessário incidir sobre as restantes causas identificadas como prejudiciais ao processo de carga.

Com a realização da alteração da aplicação informática, que serve como ponte de comunicação entre a Willy Betz e a Bosch, a empresa terá acesso a um controlo mais

eficaz das cargas. Assim, tornou-se possível exportar informaticamente os dados que anteriormente seriam recolhidos manualmente. Semanalmente, poderão ser obtidos relatórios de carga que, para além de outros dados, contém os motivos dos atrasos das cargas. O relatório produzido terá que ser alvo de acompanhamento semanal pela equipa de transportes, sendo que, o levantamento e validação das causas lesivas ao processo de carga serão o primeiro passo para uma optimização do processo. Este acompanhamento semanal das cargas vai permitir uma diminuição das ocorrências que se encontram fora do processo normalizado.

A execução de ajustes aos tempos de carga *standard*, mostra-se como uma causa que necessita de ser actualizada. Durante a realização deste projecto tornou-se notório o seu desajuste face à realidade atual da empresa.

5. Bibliografia

- AKTAS, E., AGARAN, B., ULENGIN, F. & ONSEL, S. 2011. The use of outsourcing logistics activities: The case of turkey. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 19, 833-852.
- BANUELAS, R., ANTONY, J. & BRACE, M. 2005. An Application of Six Sigma to Reduce Waste. *Quality and Reliability Engineering International*, 21, 553–570.
- BOWERSOX, CLOSS & COOPER 2002. *Gestão Logística de cadeias de Suprimentos*, New York, 2002.
- CAULCUTT, R. 2001. Why is Six Sigma so successful? *Journal of Applied Statistics*, 28, 301-306.
- CHANG, K. & WANG, F. 2008. Applying Six Sigma methodology to collaborative forecasting. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 39, 1033-1044.
- DEDHIA, N. S. 2005. Six sigma basics. *Total Quality Management & Business Excellence*, 16, 567-574.
- FENG, Q. 2008. Six Sigma: Continuous Improvement Toward Excellence Collaborative Engineering. *In: KAMRANI, A. K. & NASR, E. S. A. (eds.). Springer US*.
- GADDE, L.-E. & HULTHÉN, K. 2009. Improving logistics outsourcing through increasing buyer–provider interaction. *Industrial Marketing Management*, 38, 633-640.
- GIJO, E. V. & SCARIA, J. 2010. Reducing rejection and rework by application of Six Sigma methodology in manufacturing process. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, 6, 77 - 89.
- GIJOA, E. V., SCARIAB, J. & ANTONYC, J. 2011. Application of Six Sigma Methodology to Reduce Defects of a Grinding Process. *Quality and Reliability Engineering International* 27, 1221-1234.
- GUTIÉRREZ, G., BUSTINZA & MOLINA, B. 2011. Six sigma, absorptive capacity and organisational learning orientation. *International Journal of Production Research*.

- JOHANNSEN, F., LEIST, S. & ZELLNER, G. 2011. Six sigma as a business process management method in services: analysis of the key application problems. *Information Systems and E-Business Management*, 9, 307-332.
- KNOWLES, G., WHICKER, L., FEMAT, J. H. & CANALES, F. D. C. 2005. A conceptual model for the application of Six Sigma methodologies to supply chain improvement. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 8, 51-65.
- KREMIC, T., TUKEL, O. I. & ROM, W. O. 2006. Outsourcing decision support: a survey of benefits, risks, and decision factors. *Supply Chain Management: An International Journal*, 11, 467-482.
- KUMAR, S. & SOSNOSKI, M. 2009. Using DMAIC Six Sigma to systematically improve shopfloor production quality and costs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 58, 254-273.
- KUMAR, U. D. 2008. Six Sigma — Status and Trends
Handbook of Performability Engineering. In: MISRA, K. B. (ed.). Springer London.
- MALLIGA, P. & SRINIVASAN, S. P. 2007. The stock service improvement by the deployment of Six Sigma. *Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage*, 3.
- MARQUES, P. 2011. Six Sigma - "Define". Aveiro: Intranet Bosch Termotecnologia.
- MOOSA, K. & SAJID, A. 2010. Critical analysis of Six Sigma implementation. *Total Quality Management & Business Excellence*, 21, 745-759.
- PISANI, M., HAYES, R., KUMAR, A. & LEPISTO, L. 2009. Is Six Sigma culture bound? A conceptual model and propositions for further inquiry. *Total Quality Management & Business Excellence*, 20, 1123-1137.
- RAZZAQUE, M. A. & SHENG, C. C. 1998. Outsourcing of logistics functions: a literature survey. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 28, 89-107.
- RAZZOLINI, E. 2000. *Avaliação do desempenho logístico de fornecedores de medicamentos*. Pós Graduação, Universidade Federal de Santa Catarina.
- THAWANI, S. 2004. Six Sigma—Strategy for Organizational Excellence. *Total Quality Management & Business Excellence*, 15, 655-664.
- TONG, J. P. C., TSUNG, F. & YEN, B. P. C. 2004. A DMAIC approach to printed circuit board quality improvement. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 23, 523-531.

- TSAI, M.-C., LAI, K.-H., LLOYD, A. E. & LIN, H.-J. 2012. The dark side of logistics outsourcing – Unraveling the potential risks leading to failed relationships. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48, 178-189.
- WEI, C. C., SHEEN, G. J., TAI, C. T. & LEE, K. L. 2010. Using Six Sigma to improve replenishment process in a direct selling company. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15, 3 - 9.